BnF Gallica

Revue scientifique

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

BnF Gallica

. Revue scientifique. 1933.

1/ Les contenus accessibles sur le site Gallica sont pour la plupart des reproductions numériques d'oeuvres tombées dans le domaine public provenant des collections de la BnF. Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n°78-753 du 17 juillet 1978 :
- La réutilisation non commerciale de ces contenus ou dans le cadre d'une publication académique ou scientifique est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur et notamment du maintien de la mention de source des contenus telle que précisée ci-après : « Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France » ou « Source gallica.bnf.fr / BnF ».
- La réutilisation commerciale de ces contenus est payante et fait l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service ou toute autre réutilisation des contenus générant directement des revenus : publication vendue (à l'exception des ouvrages académiques ou scientifiques), une exposition, une production audiovisuelle, un service ou un produit payant, un support à vocation promotionnelle etc.

CLIQUER ICI POUR ACCÉDER AUX TARIFS ET À LA LICENCE

2/ Les contenus de Gallica sont la propriété de la BnF au sens de l'article L.2112-1 du code général de la propriété des personnes publiques.

3/ Quelques contenus sont soumis à un régime de réutilisation particulier. Il s'agit :

- des reproductions de documents protégés par un droit d'auteur appartenant à un tiers. Ces documents ne peuvent être réutilisés, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.
- des reproductions de documents conservés dans les bibliothèques ou autres institutions partenaires. Ceux-ci sont signalés par la mention Source gallica.BnF.fr / Bibliothèque municipale de ... (ou autre partenaire). L'utilisateur est invité à s'informer auprès de ces bibliothèques de leurs conditions de réutilisation.

4/ Gallica constitue une base de données, dont la BnF est le producteur, protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle.

5/ Les présentes conditions d'utilisation des contenus de Gallica sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

6/ L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur, notamment en matière de propriété intellectuelle. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

7/ Pour obtenir un document de Gallica en haute définition, contacter **utilisation.commerciale@bnf.fr**.

REVUE
SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL : LOUIS FRANCHET

AVEC 345 FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE

71e ANNÉE

Du 1er Janvier au 31 Décembre 1933

ANNULÉ

PARIS
BUREAUX DE LA *REVUE POLITIQUE ET LITTERAIRE* (*REVUE BLEUE*)
ET DE LA *REVUE SCIENTIFIQUE*
286, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 286

1933

Source gallica.bnf.fr / Bibliothèque nationale de France

REVUE SCIENTIFIQUE

P. et A. DAVY, IMPRIMEURS
IMP. DE LA REVUE BLEUE ET DE LA REVUE SCIENTIFIQUE
53, rue de la Procession, Paris (15e)

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 1 — 71e ANNÉE — 14 JANVIER 1933

LE DÉVELOPPEMENT HISTORIQUE DE LA CHIMIE DES MÉTAUX ET DE SES APPLICATIONS

par René DUBRISAY

Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers

Dans tous les traités de chimie on signale entre les métalloïdes et les métaux des différences le plus souvent très nettes, parfois au contraire assez vagues : mais il est entre ces deux catégories de corps simples une différence historique que l'on omet en général de mentionner. Bien qu'ils entrent dans la composition des milieux naturels qui nous entourent, tels que l'air, l'eau ou l'écorce terrestre, les métalloïdes n'ont en général été isolés qu'à une époque relativement rapprochée de la nôtre ; moins de 200 ans pour la plupart, moins de 50 pour certains comme le fluor ou les gaz rares de l'air. Au contraire, les métaux usuels sont connus à l'état libre depuis la plus haute antiquité.

S'il faut en croire les poètes, l'humanité connut d'abord l'âge d'or avant de vivre l'âge d'airain, puis l'âge de fer. Sans retenir les descriptions d'Ovide sur le bonheur des hommes pendant l'âge d'or, on doit cependant admettre qu'il y a dans cette chronologie mythologique une grande part de vérité. C'est que l'or et les métaux nobles, très résistants au point de vue chimique, sont pratiquement inaltérables par les agents naturels : aussi les rencontre-t-on à l'état natif, en petite quantité il est vrai. Mais là où ils existent, il suffit d'opérations mécaniques parfois assez simples pour les séparer de la gangue qui les entoure. Les premiers hommes ont donc pu les isoler avec des moyens matériels primitifs, et l'on a, de fait, retrouvé dans les fouilles archéologiques des bijoux et des monnaies en or ou en argent remontant aux premiers temps de la préhistoire.

Le cuivre se rencontre également à l'état natif, spécialement dans l'île de Chypre d'où il a tiré son nom. Il a donc pu être isolé dans les mêmes conditions que l'or, et pendant longtemps sans doute confondu avec lui. Mais le cuivre natif est peu abondant, et ses emplois n'ont dû se généraliser que le jour où il a été possible de l'extraire de ses minerais. D'après une légende recueillie par Lucrèce, le métal contenu dans les entrailles de la terre aurait coulé en ruisseaux de feu au cours de l'incendie d'une forêt. Ceci encore n'a rien d'invraisemblable : les minerais oxydés du cuivre et des métaux analogues sont en effet assez facilement réduits par les corps avides d'oxygène. Des débris de bois plus ou moins complètement carbonisés ont pu au cours de ce sinistre préhistorique faire passer à l'état métallique des oxydes contenus dans la terre. Il a suffi que quelque inventeur primitif ait cherché à reconstituer en petit le phénomène auquel il venait d'assister pour que le principe de toutes les opérations

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

métallurgiques ait été découvert. Très vite d'ailleurs les anciens ont dû reconnaître qu'en alliant le cuivre à l'étain on obtenait un métal plus fluide et plus facile à travailler. Ceci nous explique l'existence de l'âge de bronze ou âge d'airain, démontrée par la découverte de divers objets dans les tombeaux ou les monuments préhistoriques.

Des années ou plutôt des siècles s'écoulèrent sans doute avant que le fer ait pu être mis en liberté. C'est que les oxydes qui constituent les minerais de fer sont stables, et l'intervention d'une température élevée est nécessaire pour en assurer la réduction. Néanmoins, des traditions anciennes nous parlent de forgerons, qu'il s'agisse de Vulcain dans la mythologie, de Tubalcain dans l'Ecriture, des gnomes ou des kobolds dans les légendes germaniques. Etant donnée l'extrême abondance des minerais de fer, il est certain que les hommes ont fait un large usage de ce métal dès qu'ils ont su le préparer. Un passage de l'*Odyssée* laisse même présumer que les anciens Grecs avaient découvert le procédé de la trempe.

Les industries métallurgiques parvinrent peu à peu à un remarquable développement d'abord chez les anciens peuples de l'Orient, puis chez les Grecs et surtout chez les Latins. Mais quand l'empire romain s'écroula les progrès accomplis, en ce domaine comme en bien d'autres, furent en grande partie anéantis. Pendant longtemps les barbares se bornèrent à exploiter les édifices qui contenaient des métaux : mais ces ressources s'épuisèrent et les Huns eux-mêmes devaient créer des ateliers pour traiter les minerais de plomb et d'argent. Dès l'an 700 des forges s'installaient en Saxe et en Bohême. Ici encore, les Arabes apportèrent à la civilisation une contribution puissante : la réputation des aciers de Damas et de Tolède est parvenue jusqu'à nous. En même temps les alchimistes s'efforçaient de transformer en or les métaux vulgaires : cette tentative sans doute était chimérique, mais la nature même de leurs travaux conduisait à des résultats utiles les adeptes du grand œuvre : c'est ainsi que dès le XVI^e^ siècle Paracelse parvenait à isoler le zinc. Vers la même époque, la découverte du nouveau monde et des gisements de métaux précieux au Mexique et au Pérou remettait en honneur les recherches métallurgiques : un certain nombre des procédés imaginés à cette occasion pour isoler de leur gangue l'or et l'argent ont été utilisés jusqu'au XIX^e^ siècle.

Mais la science chimique était inexistante : on ne comprenait pas la nature des phénomènes accomplis au cours de la libération du métal : aucune doctrine métallurgique ne pouvait être fondée sur des bases solides. D'autre part, les moyens dont on disposait pour traiter mécaniquement ou chauffer les minerais étaient des plus primitifs. Les choses restaient en état jusqu'à la fin du XVIII^e^ siècle, époque à laquelle s'achève ce que l'on peut appeler l'âge héroïque et s'ouvre l'âge chimique de la métallurgie.

A cette époque en effet, les découvertes de Lavoisier permirent de comprendre le mécanisme des réactions métallurgiques. Il devenait possible d'en étudier systématiquement la marche, et d'en effectuer le contrôle au moyen de l'analyse.

En 1782 on allumait au Creusot le premier haut-fourneau fonctionnant au charbon de terre ; en 1802, la production mondiale de produits sidérurgiques n'était que de 800.000 tonnes : en 1900 elle s'élevait à 41 millions de tonnes et a plus que doublé depuis cette époque. Ce prodigieux développement qui constitue comme l'a dit M. Charpy « un des faits les plus caractéristiques du XIX^e^ siècle » n'a été possible que grâce aux progrès de la chimie, aidée par le développement du machinisme.

Vers 1880 a commencé une ère nouvelle que l'on pourrait appeler l'âge physico-chimique de la métallurgie, caractérisé tout d'abord par l'apparition dans la pratique industrielle des procédés électriques. Dès 1810, Davy réalisant une prévision de Lavoisier, avait isolé le potassium et le sodium par électrolyse de la potasse et de la soude fondues. Ce n'étaient là que des expériences de laboratoire qui furent répétées par la suite sur d'autres composés et permirent de préparer différents métaux. Mais à la fin du siècle dernier, il devint possible de livrer économiquement aux usines l'énergie électrique, et dès 1886 on préparait l'aluminium par électrolyse de son oxyde. Ce procédé devait bientôt se généraliser et on l'applique aujourd'hui à l'élaboration du magnésium, du zinc et même du fer (fer électrolytique), à l'affinage du cuivre, du plomb et des métaux précieux. D'autre part, le four électrique utilisé par Moissan dans des recherches de laboratoire est devenu maintenant un appareil industriel qui permet d'obtenir en particulier le manganèse, le chrome, et des alliages de fer servant à préparer les aciers spéciaux.

Dès la seconde moitié du XIX^e^ siècle, Berthelot avait prévu la possibilité d'appliquer à la chimie les doctrines de la thermodynamique. Les travaux entrepris en ce sens, en particulier par Van t'Hoff, Duhem et M. Le Chatelier ont abouti à la création d'un chapitre nouveau de la science que l'on a appelé mécanique chimique. Les applications en sont particulièrement nombreuses dans les réactions d'élaboration des métaux. Mais surtout, les doctrines de la thermodynamique seules ont permis d'aborder l'étude de la constitution des produits métallurgiques et des alliages métalliques. Pendant longtemps, les alliages avaient été regardés comme des systèmes complexes et mystérieux,

semblant échapper aux lois habituelles de la chimie. On dispose aujourdhui de procédés d'investigations, au premier rang desquels il convient de placer la métallographie, qui permettent d'en déterminer la structure. C'est en particulier l'emploi dans les usines du microscope métallographique qui a permis de conduire méthodiquement le traitement thermique et le travail des métaux. Ces procédés de recherche n'ont pas dit leur dernier mot, et déjà d'autres apparaissent qui permettent de pousser plus loin encore l'étude de la structure des solides : je veux parler de la méthode des spectres de rayons X, prolongée tout récemment, par la méthode des spectres de diffraction d'électrons.

Tout ce qui vient d'être dit pour les métaux peut être répété pour leurs composés. Le verre, les produits céramiques, le plâtre, les ciments, sont des sels métalliques ou des mélanges de sels métalliques. La fabrication des vases et des poteries remonte à la plus haute antiquité ; il est impossible de préciser l'époque à partir de laquelle le plâtre et le verre ont été connus, et la réputation du ciment romain est venue jusqu'à nous. Mais la préparation de ces matériaux toute empirique jusqu'au XVIII[e] siècle a été perfectionnée depuis 150 ans, grâce aux progrès de la chimie pure et plus récemment sous l'impulsion des doctrines physico-chimiques.

En même temps naissaient de nouvelles industries, se rattachant directement à la chimie des composés métalliques. C'est tout d'abord la fabrication de la soude artificielle, créée par Leblanc sous la Révolution ; c'est surtout la fabrication des engrais chimiques, née des travaux de Lavoisier, complétés plus tard par Dumas, Liebig et Boussingault.

Dans la chimie des métaux, comme dans tous les chapitres de la chimie, les progrès scientifiques ont radicalement transformé les conditions de la vie contemporaine. Personne d'ailleurs ne le conteste, et personne n'aurait songé jadis à déplorer ces transformations. Mais nous assistons actuellement à une de ces offensives qui se déclenchent périodiquement contre la civilisation : il y a 40 ans, un critique célèbre parlait de la faillite de la science ; au lendemain de la guerre on reprochait aux savants les perfectionnements apportés par eux dans l'art de tuer, et aujourd'hui certains économistes veulent les rendre responsables de la crise que nous traversons. Tout spécialement, on soutient que c'est à la découverte des engrais chimiques que l'on doit attribuer la surproduction et par suite la mévente des produits agricoles.

Quelle que puisse être l'autorité des hommes qui ont développé ces thèses, il semble qu'avant de parler de surproduction — et surtout avant de brûler des récoltes — il faudrait être bien certain qu'en aucun point du globe il ne se trouve pas encore des êtres qui ne mangent pas à leur faim.

LE RIZ

par **Emile BAILLAUD**
Secrétaire général de l'Institut colonial de Marseille

L'étude de la situation des principales matières premières d'origine tropicale à laquelle l'Institut Colonial de Marseille s'est consacré d'une manière toute particulière, présente un intérêt de premier ordre, non seulement en raison de l'importance du rôle qu'elles jouent dans l'économie mondiale mais parce que l'évolution de leur production et de leur consommation montre l'inanité des efforts faits pour résoudre les problèmes qui concernent l'ensemble de l'humanité d'une manière artificielle et en ne considérant qu'un pays déterminé.

Le riz est un des produits dont l'histoire complexe peut apporter les plus utiles enseignements dans les graves circonstances que nous traversons.

La production

D'après l'Institut International d'Agriculture, la production mondiale du riz, à l'exclusion de celle de la Chine pour laquelle des statistiques dignes de foi font défaut, avait atteint une moyenne de 575.400.000 quintaux pendant la période quinquennale de 1924-25 à 1928-29, contre 522.000.000 de quintaux en 1909-10 à 1913-14. D'après les statistiques l'augmentation de la production semble due principalement à l'extension de la superficie cultivée, car dans le plus grand nombre des pays, les rendements par hectare dénotent plutôt une tendance à baisser. La production de 1929-30 est évaluée à

577.800.000 quintaux et les informations provenant des principaux pays producteurs indiquent pour la campagne 1930-31 une production sensiblement plus forte.

En ce qui concerne la récolte de 1931, le Département de l'Agriculture des Etats-Unis, dans une étude qu'il vient de publier, estime que la récolte mondiale du riz en 1931, en dehors de la Russie et de la Chine est de 59 millions de tonnes. Pour 1930, les estimations

Fig. 1. — Cochinchinois dans sa Rizière.

étaient de 60 millions de tonnes. Bien que plus faible que celle de 1930, la nouvelle récolte serait plus forte qu'aucune autre des neuf années précédentes. Les stocks continuent d'être importants, mais ils semblent plus faibles que l'année dernière, les prix bas ayant mis une plus grande quantité de riz sur le marché international pendant les derniers douze mois.

A la production mondiale ont contribué pendant les derniers cinq ans 1925-26 à 1929-30 les pays côtiers asiatiques de la zone de la mousson, des Indes britanniques jusqu'au Japon, pays qui sont le berceau de la culture du riz, pour 93 o/o, même en faisant abstraction de la production de la Chine ; la proportion reste pour ainsi dire constante, quoiqu'on puisse noter une légère diminution de cette prédominance depuis la période quinquennale d'avant-guerre, quand l'apport était de 95 o/o. Si les données de la Chine étaient comprises, la proportion de la production mondiale provenant d'autres régions que celles indiquées, serait encore plus insignifiante.

De la vaste production mondiale seulement une part relativement petite entre dans le commerce international. Ce commerce total international (exportations brutes) constitué principalement en riz décortiqué, mais comprenant aussi une certaine quantité de riz brut, se chiffrait en moyenne pendant la période quinquennale de 1925 à 1929 à 75.100.000 quintaux, y compris les exportations à destination de la Chine, soit environ 13 o/o de la production mondiale, à l'exclusion de la Chine et seulement environ 8 o/o, si la production de ce pays est comprise et considérée équivalente à celle de l'Inde britannique. C'est cette proportion relativement restreinte qui forme l'objet du marché international et de ces 75.100.000 quintaux presque deux tiers proviennent des trois pays suivants : l'Inde britannique (principalement la Birmanie), l'Indochine française et le Siam.

Asie

Les exportations pour ces trois pays ont été les suivantes ; considérant la moyenne des cinq dernières années : pour la Birmanie 3.216.000 tonnes, pour le Siam 1.324.000 tonnes et pour l'Indochine 1.390.000 tonnes, soit un total de 5.930.000 tonnes. Ces exportations ont été dirigées vers Hong-Kong pour 1.306.000 t., vers les Indes et Ceylan 1.076.000 t., vers Singapour et les Straits 862.000, vers les Indes Néerlandaises 411.000 et enfin vers le Japon 256.000 t., soit un total de 3.910.000 tonnes. Il y a eu sur les marchés d'Europe 1.193.000 tonnes et sur le reste du monde, Amérique, Cuba, Australie, Afrique, etc., 827.000 tonnes. Soit un pourcentage de 66 o/o pour les marchés d'Orient, de 19 o/o pour les marchés d'Europe et de 15 o/o pour les marchés divers, la Chine figurant pour 22 o/o.

La Birmanie, quoiqu'elle ne produise que 14,7 o/o de tout le riz de l'Inde britannique, tandis que le Bengal en fournit 24,2 o/o et Bihar et Orissa 16, 6 o/o dispose, par suite de sa population relativement peu dense, d'un excédent de beaucoup le plus important et exporte en général environ la moitié de sa production et environ 85 o/o de toute l'exportation de l'Inde. En général le niveau de la production de la

Birmanie varie très peu et est d'environ 50 millions de quintaux, étant donné que les irrégularités des pluies de la mousson sont relativement moins sensibles en comparaison avec celles enregistrées dans d'autres régions des Indes britanniques. La superficie cultivée en 1930 dénote une légère augmentation normale et bien que les pluies fussent relativement peu abondantes au mois d'octobre dans les régions centrales de la Birmanie, la récolte a été bonne, en beaucoup de districts même exceptionnellement bonne, et la production totale est évaluée à 51.544.000 qx de riz décortiqué, la plus abondante obtenue depuis la campagne 1926-27 et dépassant de 1,7 o/o celle de 1929-30 et de 2,7 o/o la moyenne quinquennale précédente. L'excédent exportable de

Fig. 2. — Préparation de la Rizière.

la récolte de 1931 est évaluée à 32.036.000 quintaux de riz décortiqué, contre 27.911.000 quintaux à la même époque en 1930. Comme les producteurs n'ont pas à leur disposition les moyens financiers pour garder la récolte dans l'attente de prix plus élevés et qu'en réalité ils ont rencontré de plus grandes difficultés que d'ordinaire pour obtenir des prêts, pour ainsi dire tout ce surplus a dû passer dans les mains des marchands.

Pour 1931, le surplus des exportations de riz de Birmanie a été officiellement estimé à 2 millions 700.000 tonnes. Les exportations totales ont atteint, en 1931, 3.459.000 tonnes. Le total des exportations de riz de Birmanie pour la période janvier-juillet 1932, a été de 17,1 o/o en dessous des chiffres correspondants de 1931.

Les exportations de riz au Siam ont oscillé dans les 20 dernières années entre 9 millions de piculs et 28 millions.

Malgré les dégâts causés par les inondations dans quelques districts et une augmentation seulement peu sensible de la superficie cultivée, en comparaison avec celle de l'an dernier, on a obtenu une abondante récolte et dans les sept provinces intérieures qui représentent environ les trois quarts de la superficie cultivée en riz et produisent pour ainsi dire toutes les quantités exportées, la récolte est une des meilleures des dernières années et les quantités exportables en 1930-31 sont évaluées à 11.860.000 quintaux, soit 27 o/o de plus que celles prévues l'an dernier. En plus de ces quantités il y a un stock de 1.355.000 quintaux de la vieille récolte et l'on prévoit qu'il viendra s'y ajouter des envois par chemin de fer des régions du nord et du nord-est.

Pour l'Indochine les chiffres de l'exportation ont été les suivants : en 1921, 1.720.417 ; en 1927, 1.797.682 ; en 1928, 1.471.643 ; en 1930, 1.121.593 et en 1931, 959.504.

Nous reviendrons plus loin sur la situation de la riziculture dans cette colonie.

Europe

A ces trois principaux pays exportateurs il faut ajouter l'Italie, l'Espagne et les Etats-Unis.

Principalement en Italie la production du riz fait l'objet d'une culture dirigée de la manière la plus scientifique. La production s'est tenue pendant ces dernières années aux environs de 6 à 7 millions de quintaux pour une exportation de 1 à 2 millions de quintaux.

La consommation ne suit pas cette augmentation peut-être pour la même raison qui entraîne une diminution de la consommation du blé en France, c'est-à-dire par suite d'une transformation dans les modes d'alimentation. On a

estimé que le marché intérieur italien n'absorbait que la moitié de sa production en riz ; or, l'exportation va en diminuant, elle était de 2 millions de quintaux en 1928, elle est tombée à 1 million 1/2 en 1931. A la baisse mondiale des prix s'est ajoutée la diminution du prix du riz en Italie, qui, de 150 lires en 1925, était tombé à 53 lires en 1930.

Le Gouvernement italien a alors pris une série de mesures pour essayer de remédier à cette situation, en particulier par la création d'un consortium national de riziculture qui essaya de pratiquer le stockage et, ainsi que le fait l'Association des Producteurs de blés en France, d'empêcher les producteurs de vendre au moment de la récolte. Mais le marché italien ne put résister à la baisse des prix. Comme il l'a fait pour les principaux produits, le Gouvernement italien prit alors, à la fin de l'année dernière, des mesures pour nationaliser le commerce du riz. La nouvelle législation italienne accorde une prime à l'exportation qui est pour le riz travaillé de 38 lires par 100 kilos, prime doublée par une progression mensuelle.

Le marché intérieur est préservé par une élévation de droits de douane sur les riz étrangers qui viendraient s'offrir naturellement à meilleur marché que le prix trop élevé établi.

On remarquera que le système ainsi institué a de grande analogies avec celui qui a été établi en Afrique du Sud, pour le maïs.

Il semble que l'objet principal de ces mesures ait pour but de maintenir sur les marchés intérieurs des prix plus élevés que les prix mondiaux, dans le but de maintenir l'économie nationale au niveau qu'elle a atteint, dans l'espoir d'éviter les conséquences de la baisse générale des prix, tant au point de vue du salaire que du budget national.

En réalité, les Italiens mettent en pratique exactement ce qui est fait actuellement en France pour le blé, avec cependant cette différence profonde qu'étant exportateurs, ils ont dû se préoccuper comme l'a fait le Gouvernement de l'Afrique du Sud pour le maïs, d'éviter que les prix payés pour l'exportation n'influent sur le prix de vente intérieur et ils en ont profité pour établir une prime à l'exportation, ayant pour but de faciliter la concurrence contre les riz étrangers, aux frais de la consommation nationale.

Il ne semble pas que ces interventions officielles aient produit le résultat espéré. Il a été impossible de faire fonctionner des droits intérieurs comme on l'espérait, et d'empêcher les agriculteurs de vendre à l'extérieur, à un prix qui leur suffit, mais qui est inférieur à celui qu'attendait le Gouvernement, et c'est le consommateur qui fait les frais de l'opération.

L'Italie n'a donc d'autres ressources que de ramener son prix de revient au niveau du prix de revient mondial, mais pour cela les progrès techniques ne suffisent pas, bien qu'ils soient très remarquables. Il faut que tous les prix intérieurs baissent, c'est-à-dire toutes les charges qui pèsent sur le producteur et l'exportateur..

En Espagne, la production du riz s'est tenue pendant ces dernières années aux environs de 3.000.000 de quintaux avec cette caractéristique que les rendements sont les plus élevés, atteignant une moyenne de 6 tonnes 1/2 à l'hectare, alors qu'en Italie elle ne dépasse pas 5 tonnes et en Indochine 1 tonne. L'exportation est assez faible et a oscillé dans ces dernières années entre 400 à 600.000 quintaux.

Etats-Unis

Les Etats-Unis font de grands efforts pour développer la culture du riz qui est pratiquée chez eux dans les Etats du Sud par des procédés d'arrosages par pompage. Actuellement elle est en diminution, la récolte de 1932 étant estimée d'après des renseignements du 1er octobre du Département de l'Agriculture à 765.000 tonnes, contre 922.000 tonnes en 1931. La superficie cultivée en riz est tombée elle-mème de 974.000 acres à 845.000.

D'une manière générale les prix du riz suivent en Italie une courbe cyclique qui provient de ce que les hauts prix entraînent une augmentation des rizières et les prix bas une diminution, mais ces résultats mettent en moyenne 3 ans à se produire, ce qui représente le temps nécessaire pour l'installation d'un nouveau matériel d'irrigation.

La riziculture américaine intervient de mème de plus en plus dans les différents marchés européens. Naturellement, les Américains ont été accusés d'agir sur les prix à l'exportation, mais tous les documents émanant de leurs associations professionnelles et du Gouvernement montrent que leur riziculture et leur industrie rizicole partagent les difficultés qu'éprouvent tout le reste du monde.

Ils font simplement tous leurs efforts pour vendre les meilleures qualités au meilleur prix possible.

La consommation

Si maintenant nous considérons la situation au point de vue de la consommation nous pouvons la résumer ainsi :

L'Asie produit la presque totalité du riz mondial, mais en consomme aussi la plus grande partie ; en dehors de ce pays le commerce du riz est relativement très peu important. Les prix assez bas, facilitent actuellement les expor-

tations des pays sous-producteurs d'Asie. De 1924 à 1927, les importations en Chine ont augmenté de 735.000 tonnes à 1.269.000 tonnes et ont de nouveau décliné à 652.000 tonnes en 1929. Dans les Indes néerlandaises, elles ont au contraire augmenté graduellement depuis 1924 de 411.100 tonnes à 724.000. En Malaisie britannique, les importations n'ont pas dépassé 572.800 tonnes en 1929, elles n'étaient que de 399.100 en 1924. A Ceylan, le chiffre est resté à peu près le même de 1924 à 1930, soit respectivement 400.600 et 494.900 tonnes, avec juste une légère augmentation en 1929, soit 502.400 tonnes.

La Chine est donc le pays qui reçoit le plus de riz ; pendant ces dernières années la plus grande partie venait de l'Indochine française et du Siam, passant par Hong-Kong. Cette année la Birmanie ayant bénéficié d'une diminution de 25 o/o sur les droits d'exportations, et d'un excédent exportable beaucoup plus sensible, la Chine a reçu une grande quantité de riz birmanien. La concurrence dans la Chine méridionale entre les trois grands pays exportateurs est donc très importante.

Cependant, la Chine ne joue pas, à elle seule, le rôle prépondérant qu'on lui attribue souvent puisque pendant les 5 dernières années elle n'a absorbé que 22 o/o des exportations asiatiques.

Dans les Indes britanniques environ un tiers de la population consomme du riz. Les régions qui ne produisent qu'en petite quantité s'adressent à la Birmanie, n'ayant ainsi aucun droit d'importation à payer. Toutefois, la consommation varie avec les récoltes régionales. Les superficies cultivées dans ce pays varient assez peu, elles ont été pour ces 10 dernières années d'environ 32 millions d'hectares.

Les indigènes préfèrent de beaucoup le riz cultivé dans leur pays, donc, si la récolte locale est bonne, il y a moins de demandes de riz birmanien.

Dans la Malaisie britannique les importations de riz se rattachent intimement au développement des mines et du caoutchouc. Les indigènes abandonnent la culture du riz moins rémunératrice et un grand nombre d'émigrés sont venus travailler aux plantations. La situation de celles-ci étant assez mauvaise actuellement, les émigrés retournent dans leur pays les indigènes à leurs rizières, de sorte que les importations sont moins considérables. La Malaisie s'approvisionne surtout en Birmanie, et c'est pourquoi la Birmanie a cherché à se procurer d'autres débouchés plus sûrs.

Ces dernières années on a constaté une tendance très marquée de l'Indochine française à supplémenter la Birmanie comme fournisseur. Ceylan vient au second rang pour l'importation bien que le riz en soit la principale culture.

Au Japon, l'accroissement moyen annuel de la superficie destinée à la culture du riz est absolument insuffisant pour couvrir les besoins de la population qui augmente rapidement.

La Corée et Formose importent, en partie, ce qui manque au Japon. Le Japon, à lui tout seul, produit des quantités assez variables avec les années. En 1924-25, la récolte de riz décortiqué à été de 8.126.800 tonnes, en 1926-27 elle est tombée à 7.922.000 tonnes pour remonter à 8.849.600 tonnes en 1927-28 et à 9.523.600 tonnes en 1930-31.

En Corée, la production a oscillé entre 1 million 883.800 tonnes en 1924-25 à 2.343.100 tonnes en 1930-31 et à Formose, pour la première récolte de juin-août, le maximum a été atteint

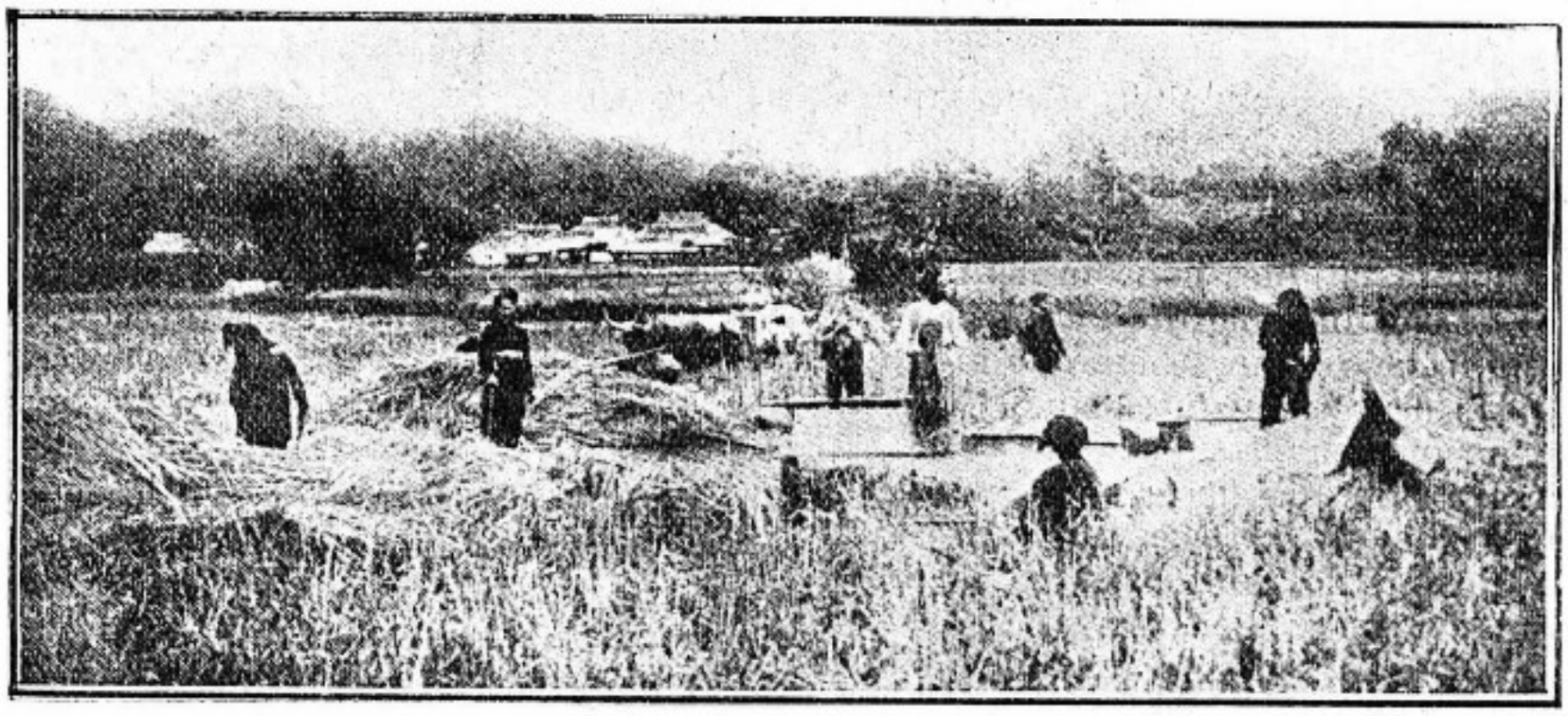


Fig. 3. — Battage du Riz.

en 1930-31 avec 496.800 tonnes. Les importations nettes des pays étrangers au Japon ont été de 485.600 tonnes en 1924-25, seulement de 339.200 tonnes en 1926-27, pour remonter l'année suivante à 579.600 tonnes et pour diminuer encore en 1930-31 atteignant seulement 134.000 tonnes.

En prenant pour base une population de 65 millions d'habitants et une consommation par tête de 160 kgr., les besoins du Japon peuvent être évalués à 104 millions de quintaux.

Comme à Java, beaucoup de cultivateurs vendent du riz de meilleure qualité pour l'exportation et achètent du riz meilleur marché à l'étranger.

Aux Philippines, la production n'est pas suffisante pour couvrir les besoins des habitants, aussi y importe-t-on le riz de l'Indochine française et du Siam.

Les pays non Asiatiques consomment relativement une très petite quantité de riz et n'ont presque pas d'influence sur le marché mondial. Parmi les pays de l'Amérique latine, Cuba est le principal exportateur.

La consommation des pays non Asiatiques en riz est relativement faible par rapport à celle de l'Asie et du Pacifique et ne devrait pas exercer une grande influence sur les prix. Les importations ont cependant une tendance à augmenter et ont représenté, pendant les 5 dernières années, 19 o/o des exportations des trois pays grands exportateurs : la Birmanie, le Siam et l'Indochine. Il faut signaler que trois pays européens l'Allemagne, la Grande-Bretagne et la Hollande, réexportent, après les avoir retravaillés, une partie très importante des riz qu'ils importent. Il est impossible de voir pourquoi l'industrie française n'en ferait pas autant, si elle n'était handicapée par ses prix de revient plus élevés qui proviennent des charges fiscales qui pèsent sur elle et du maintien des prix intérieurs au-dessus des prix mondiaux que l'agriculture et l'industrie métropolitaines s'obstinent à vouloir conserver par les tarifs protecteurs qu'elles demandent de plus en plus élevés.

Les prix

La situation de la production et du commerce du riz a été dominée comme celle de tous les autres produits par la baisse qui se manifeste depuis le début de la crise actuelle.

Elle a eu probablement pour première cause celle qui a atteint le blé.

L'Inde, la Chine, le Japon, les pays de l'Amérique du Sud bornant l'Océan Pacifique, cultivent et consomment à la fois blé et riz, importent tous du riz, importent ou exportent du blé ; leur consommation intérieure est sensible aux écarts de prix et porte sa préférence, dans la mesure du possible, sur l'une ou l'autre céréale.

Leurs relations commerciales suivies avec les Etats-Unis et l'Australie, pays de blé, facilitent l'alternance.

Le bon marché du blé chez les deux grands producteurs du Pacifique, Etats-Unis et Australie, le développement de cette culture au Japon et en Chine, l'absorption par l'Inde anglaise de sa production de blé dont elle exportait une partie, il y a encore peu d'années, sont des indices d'une concurrence que le riz aura à subir et dont les pays exportateurs doivent tirer la conclusion logique ; relever les rendements et abaisser le prix de revient de cette céréale, en apportant à sa culture les progrès dont bénéficie depuis longtemps celle du blé.

D'autre part, l'Indochine, comme le Siam et la Birmanie, a subi les contrecoups des troubles politiques en Chine et dans l'Inde et la mévente des produits des plantations de Malaisie et des Indes néerlandaises.

Au Japon, le Gouvernement a pris l'initiative d'un ensemble de mesures destinées à accroître les disponibilités en céréales locales, afin de couvrir la consommation. Il verse une prime à l'exportation des vieux stocks de riz dont la consommation locale ne veut pas et qui ont été jetés, à bas prix, sur le marché chinois. Il établit, en 1928, un système de licences d'importation qui ferme l'entrée aux riz de l'Indochine. Les exportations de l'Indochine sont tombées, en 1929-1930, de 150.000 tonnes par rapport aux années précédentes.

Au point de vue qui nous intéresse plus particulièrement, celui de notre principale colonie productrice de riz, l'Indochine, la baisse du prix du riz a eu pour résultat de faire renaître la vieille querelle de la stabilisation de la piastre. Le Syndicat des riziculteurs a envoyé en France un délégué, M. Labasthe, qui, au cours de l'été, a fait des démarches actives pour demander le retour à l'étalon-or. Il a fait valoir principalement les arguments suivants :

Le marché du riz dépend entièrement de la Chine qui est à la fois le plus grand consommateur, le plus grand producteur et le plus grand importateur.

La Chine avec ses 450 millions d'habitants, forme les 2/3 des Asiatiques, consommateurs de riz. Pour nourrir sa population, elle produit 50 à 60 millions de tonnes de riz, et importe un appoint qui, depuis plus de dix ans, se maintient entre 2 1/2 et 3 millions de tonnes, alors que le total des exportations des trois principaux pays exportateurs, Birmanie, Siam, Cochinchine est en moyenne de 6 millions de tonnes.

Cet appoint, insignifiant par rapport à sa production et à sa consommation, n'a donc pratiquement aucune influence sur le prix du riz en Chine, mais a pour conséquence de fixer le prix du riz importé, et par suite le prix dans les trois pays exportateurs, d'après le prix du riz en Chine.

Le prix du riz est donc fixé par la Chine, et dans sa propre monnaie basée sur l'étalon-argent.

Sauf deux pointes passagères, en hausse en 1912 et en 1920, le prix du riz en monnaie argent présente une stabilité remarquable aux environs de 10 piastres-argent (ou Hong-Kong dollar), les 100 kilogrammes.

Au contraire, dans les pays à étalon-or (Japon jusqu'en décembre 1931, Siam jusqu'en mai 1932, Cochinchine depuis janvier 1930), le prix du riz a présenté des variations extravagantes.

Au Japon, par exemple, on a coté successivement pour les 100 kilogrammes :

12 yens en 1909, 35 yens en 1912, 10,6 en 1915.

60 yens en 1920, 25 yens en 1921, 42 en 1925, et avec la baisse de l'argent, 16 yens en 1931, mais l'abandon de l'étalon-or fait remonter à 25 yens, en janvier 1932.

En Indochine, jusqu'en 1930 et sauf les deux hausses passagères de 1912 et 1920, le prix du riz resta sensiblement constant, et en corrélation avec le prix de Chine en Hongkong dollars. Au contraire, depuis la stabilisation de la piastre sur l'or, assurent les partisans de la déstabilisation de la piastre, il a subi l'influence de la baisse de l'argent.

Au Japon, la baisse anormale du prix du riz occasionna la chute du Ministère Okuma ; la hausse anormale en 1919 provoqua la chute du Ministère Terrauchi : la « loi sur le riz » adoptée par la Diète en 1921, se liquida, en 1931, par une perte de 150 millions de yens. A la fin de 1931, la situation des agriculteurs était si désespérée (les 108 kgr. de riz, dont le prix de revient est de 25 yens, ne se vendaient que 16 yens), que le Japon n'a pu maintenir l'étalon-or.

En Birmanie, la baisse de l'argent et du riz amena les émeutes de 1931 ; mais la chute de la livre entraîna celle de la roupie, et l'équilibre se rétablit mécaniquement.

Enfin, au Siam, l'adoption de l'étalon-or a entraîné, pour le riz, des variations analogues à celles constatées au Japon.

Pour parer au déficit consécutif, toutes compressions et toutes augmentations de taxes budgétaires furent pratiquées en vain. Le Siam dut abandonner (12 mai 1932), l'étalon-or.

En Mandchourie, les cours du riz qui étaient sensiblement stables avant la stabilisation de la piastre, se sont effondrés depuis cette opération.

***

Cette opinion que les cours du riz sont liés au cours de l'argent, est cependant très contestée dans les milieux indochinois et l'on peut dire que la majorité des entreprises intéressées à la mise en valeur de ce pays ainsi que l'administration sont opposées à la déstabilisation de la piastre que quelques riziculteurs demandent.

L'influence de la Chine ne serait nullement prépondérante et les quelques millions de tonnes de riz qui sont importés annuellement dans ce pays, ne sont guère absorbés que par la région côtière, dont la situation est liée aux prix internationaux.

En ce qui concerne plus particulièrement l'Indochine, le marché chinois n'a représenté, en 1931, que 42 o/o de ses exportations, alors que le marché français en absorbait 32 o/o, et dépassera probablement rapidement ce taux si l'Indochine accepte pour ses importations en France les prix internationaux.

Les mesures relatives à la monnaie d'argent ne pourraient donc avoir qu'une faible influence sur les prix et, comme cela est le cas pour la plupart des denrées produites dans le monde en très grande quantité, on ne voit pas comment le riz pourrait échapper aux conditions qui dominent l'économie mondiale.

La production du riz dans les colonies françaises

Deux, seulement, de nos colonies produisent du riz en quantité exportable, Madagascar et l'Indochine, et encore Madagascar n'est-elle arrivée à n'exporter que des quantités très faibles.

Ce qui est particulièrement intéressant, toutefois pour cette colonie, c'est qu'elle produit une qualité de riz, le Vary-Lava, translucide, que nos riziers estiment équivaloir aux plus belles qualités du monde.

Grâce aux efforts remarquables faits en particulier par un agronome des plus dévoués du Service d'Agriculture de Madagascar, M. Delpon, on était arrivé à importer en France jusqu'à une dizaine de mille tonnes de ce riz. Mais, à la suite d'une concurrence fâcheuse des acheteurs et d'un défaut d'organisation agricole, cette qualité a presque disparu et des efforts très sérieux doivent être faits pour la sélectionner à nouveau. Les Chambres de Commerce et d'Agriculture de Tananarive et de Majunga, ainsi que l'Administration s'en préoccupent de nouveau, de sorte que l'on peut espérer voir reprendre cette exportation.

On a assuré récemment que les exportations de Vary-Lava atteindraient pour cette récolte une vingtaine de mille tonnes. Cela ne peut

être exact, étant donné la manière dont cette variété avait presque complètement disparu. La Chambre de Commerce de Tananarive vient, d'ailleurs, d'écrire à l'Institut Colonial de Marseille pour lui indiquer que cette exportation ne dépasserait certainement pas 2.000 tonnes et lui demander de le faire connaître au commerce et à l'industrie de la place.

Quoi qu'il en soit, il faut espérer que Madagascar pourra, si elle fait le nécessaire, augmenter rapidement ce chiffre.

***

Nous n'insisterons pas sur le caractère de la production du riz en Indochine, au sujet duquel il nous suffira de rappeler que cette culture est pratiquée dans les deltas des fleuves Rouge du Tonkin et du Mékong de la Cochinchine.

Comme les deux autres pays grands exportateurs d'Extrême-Orient de la Birmanie et du Siam, l'Indochine trouve ses principaux débouchés dans les pays qui l'environnent.

Jusqu'avant la guerre, le commerce local et le décorticage du riz était entre les mains des Chinois. Les maisons européennes intervenaient surtout pour l'exportation en Europe. Ce mécanisme a été gravement troublé par la guerre et par la période d'inflation de prix qui a suivie. Nous résumerons la transformation qui en est résultée d'après une étude récente publiée par l'Office créé par le Gouvernement Général de l'Indochine pour s'occuper du développement de la production et de l'exportation du riz.

A côté des producteurs interviennent les négociants que l'on peut classer ainsi : les marchands de paddy, les usiniers exportateurs, les exportateurs non usiniers et les établissements de crédit.

Les producteurs comprennent les propriétaires de toutes catégories et le Ta-dien ; les premiers travaillent avec leurs propres fonds et ceux empruntés aux Banques Agricoles, aux établissements de crédit et aux particuliers. Les seconds travaillent sous contrat de métayers et avec les avances faites par les propriétaires.

Les marchands de paddy sont des Chinois, pour la plupart, qui jouent le rôle de ramasseurs du paddy et en effectuent la mobilisation. Ils constituent une organisation très complète et par échelons, du petit ramasseur qui, avec sa jonque, va de champ en champ, au moment des battages, jusqu'au gros marchand qui opère sur le marché au riz de Cholon.

Dans cette métropole du riz, les marchands de paddy l'emmagasinent et le vendent, soit aux usiniers chinois et français, soit aux exportateurs. Ils constituent donc des stocks qui servent de volant régulateur à leurs opérations et dont l'importance peut atteindre 250 à 300.000 tonnes.

La plupart des usiniers-exportateurs sont Chinois ; deux maisons françaises seulement. Ils font les opérations suivantes :

a) Usinage à façon pour le compte d'exportateurs ;

b) Usinage pour leur propre compte, sur ordre d'achat pour l'exportation.

Dans la catégorie des exportateurs sont comprises les maisons faisant uniquement de l'exportation, françaises et chinoises, et les usiniers-exportateurs. Le paddy est acheté à Cholon en général, et soit sous forme de paddy ou de riz et dérivés. Les exportateurs font usiner le paddy à façon, les usiniers-exportateurs travaillent pour leur compte ou à façon.

Toutes ces opérations reposent sur des crédits faits par les banques privées et la Banque d'émission, les Etablissements de Crédit Foncier et les Caisses de crédits agricoles. Celles-ci, soutenues par le Gouvernement, jouent un rôle de plus en plus important.

Au cours des années qui ont précédé la crise actuelle, surtout 1926, 1927, 1928 et 1930, les opérations de crédit se sont développées d'une manière anormale et les propriétaires sont arrivés à emprunter des sommes considérables.

Les Chettys eux-mêmes suivirent le mouvement. Pourvus d'abondants capitaux que les troubles de l'Inde éloignaient, mais tenus par le bon marché du crédit en Indochine, ils firent des placements importants non plus au taux de 30 à 36 o/o comme avant, mais de 12 à 15 o/o, escomptant ensuite leurs effets de 8 à 10 o/o aux établissements de la place.

Cette double inflation des revenus et du crédit devait entraîner à la fois un relèvement correspondant du prix de la terre et un large investissement de capitaux dans la rizière. Des rizières valant, en période normale, 150 à 200 piastres l'hectare, les propriétaires exigèrent 500 à 1.000 piastres. De toute part on procéda à des défrichements même de rizières de troisième et de quatrième catégories ; de grandes dépenses d'aménagement y furent engagées, représentant souvent deux et trois fois leur valeur normale. D'importants domaines rizicoles furent créés de toutes pièces, dans le Sud-Ouest et dans la plaine des joncs. Bref, un capital considérable fut investi dans la culture à des conditions très onéreuses.

Malheureusement, pendant ce temps la situation du cultivateur indigène est restée aussi précaire. Réglant en paddy la part du propriétaire, les avances qu'il en recevait ainsi que les arriérés, il lui restait toujours juste de quoi se vêtir, lui et sa famille, et s'alimenter très sobrement.

En 1930, la crise arrive et la situation change complètement.

Il est très intéressant de remarquer que si la

crise a paru atteindre plus gravement l'Indochine que les autres pays producteurs de riz, c'est qu'elle a voulu, en quelque sorte, résister à la baisse au lieu de l'accepter immédiatement.

Producteurs, acheteurs, négociants ont tous cru qu'il fallait profiter de la baisse pour constituer des stocks afin de bénéficier de la hausse qui ne pouvait manquer de se produire au début de 1930, pensait-on, car à cette époque on ne voulait considérer la crise mondiale que comme un phénomène purement passager et périodique et chacun voulait garder ses stocks. A la fin de l'année, les exportations totales atteignirent un chiffre extraordinairement bas, 1.046.652 tonnes pour Saïgon, inférieur de 400.000 tonnes sur la moyenne des cinq dernières années, et un report sur 1931 d'au moins 250.000 tonnes en stocks.

Les effets de la crise sur le crédit et sur la valeur de la rizière devaient être d'autant plus accusés que l'inflation dans ces deux compartiments avait été plus vive. A partir de 1930 les gages diminuant brusquement, les établissements de crédit exigent la vente immédiate des stocks réalisés et celle du paddy au fur et à mesure de la récolte.

D'autre part, la valeur de la terre diminue de plus en plus ; des rizières dont la valeur normale était de 150 à 200 piastres l'hectare, sont adjugées à 80 ou 50 piastres. Une autre cause est venue encore diminuer l'importance des capitaux en circulation : les Chinois ont spéculé sur la baisse du métal argent, espérant une prochaine reprise. Près de 20 millions de piastres ont été achetés ainsi dans la Chine du Sud.

La dernière conséquence de la crise rizicole a été la rupture de la balance commerciale de l'Indochine et, par suite, un resserrement très important de la circulation fiduciaire. De 146 millions de piastres au 1er janvier 1930 elle est tombée à 105 millions.

Le trouble considérable dans lequel s'est trouvée ainsi l'Indochine a eu comme premier effet que tout le monde a imaginé le remède habituel : le recours à l'intervention du Gouvernement.

Nous avons indiqué que le Syndicat des Riziculteurs d'Indochine a fait tous ses efforts pour obtenir l'abandon de la stabilisation de la piastre qui serait cause de toutes les difficultés qu'éprouve l'Indochine.

Les Chambres de Commerce indochinoises se montrent cependant très opposées à l'abandon de l'étalon-or.

Le Gouvernement métropolitain ne paraît pas disposé à entrer dans cette voie, son principal argument étant qu'en réalité on a stabilisé la piastre à un taux bas pour répondre par avance aux effets du retour à des cours normaux des produits.

Chez les riziculteurs indigènes eux-mêmes, on trouve une résistance au retour à la monnaie d'argent. M. Bui-Quang-Chieu, grand riziculteur et vice-président du Conseil Colonial de l'Indochine, indique qu'à son avis les améliorations culturales elles-mêmes ne peuvent venir qu'après que l'on sera arrivé à mieux conditionner les riz et que l'on aura réorganisé tout le marché intérieur du paddy en Cochinchine pour arriver à exporter ces riz selon les types ou standards commerciaux définis et conformes à la demande des marchés extérieurs.

Les véritables difficultés au milieu desquelles la riziculture se débat ne sont pas imputables, d'après M. Bui-Quang-Chieu à un régime monétaire défectueux, ni à une fiscalité excessive. Leur cause essentielle — en dehors de la crise universelle des matières premières — réside dans les erreurs commises par les producteurs et les négociants à l'époque de grande prospérité.

L'Administration indochinoise a estimé, pour sa part, que la meilleure manière dont elle pourrait intervenir était de rétablir la situation agricole au moyen d'un développement du crédit agricole pour lequel il a obtenu de la Métropole des concours importants.

Dans son discours à la dernière session du Conseil Colonial de la Cochinchine le 16 septembre, M. le Gouverneur Eutrope a montré comment la situation actuelle n'avait, en réalité, rien d'anormal. Au cours de la dernière campagne, la superficie cultivée en riz en Cochinchine a été réduite de 1/10e environ par l'abandon de terres inférieures et la récolte réalisée sur cette superficie réduite a été sensiblement meilleure que celle de l'année précédente.

Elle laisse disponible pour l'exportation un stock minimum de 1.200.000 tonnes, alors que l'année dernière il n'avait été que de 950.000 tonnes.

Dans l'ensemble, si l'on prend pour base le cours moyen du paddy de bonne qualité aux 100 kgr. rendu bord, ce prix a varié pendant l'année 1932 entre 3 piastres 10 et 3 piastres 74, avec une nette tendance à la baisse au cours de ces dernières semaines. Ces cours sont légèrement inférieurs dans l'ensemble à ceux obtenus en 1931. M. le Gouverneur Eutrope fait cependant remarquer que si l'on fait abstraction des cours exceptionnels pratiqués en 1924 et 1930, qui s'étaient maintenus au-dessus de 6 piastres et avaient même atteint le chiffre de 8 piastres, les cours actuels sont sensiblement équivalents à ceux d'avant-guerre. De 1905 à 1918, le prix du paddy s'est maintenu sensiblement stationnaire entre 3 et 4 piastres aux 100 kgr., avec de rares pointes au-dessus de 8 piastres.

Si l'on examine les cours du riz en Extrême-Orient, on constate que ces cours sont actuellement de 7 dollars 10 à Hong-Kong, le picul de 60 kgr. 400 de 6/7 le Cwt. à Rangoon.

La baisse est donc générale et l'on ne voit pas comment l'Indochine pourrait s'en abstraire.

* *

Nous en arrivons donc ainsi comme conclusion à cette étude que de tous côtés les efforts faits pour maintenir d'une manière artificielle les prix du riz échouent et cette constatation peut s'appliquer à tous les produits.

L'aventure dans laquelle se lance actuellement la France pour soutenir le prix du blé va se compliquer de l'intervention des riz d'Indochine.

Les agriculteurs métropolitains ont voulu soutenir ce prix du blé en augmentant les droits sur les céréales secondaires, en particulier sur le maïs, mais l'élévation du prix de cette denrée a eu comme résultat que les acheteurs se sont portés sur les riz d'Indochine qui échappaient à ces droits et dont les prix sont restés très bas, du fait de l'abondance de cette denrée en Extrême-Orient. Le 8 novembre, le cours du marché réglementé de Marseille était de 59 fr. 50 et le 15 décembre il était de 57 francs.

Grâce à ces bas prix, les importations d'Indochine ont augmenté dans des proportions considérables.

Au 30 novembre, le total des exportations de la Cochinchine a atteint 1.080.060 tonnes contre 786.533 tonnes en 1931 à la même époque et depuis le début de l'année. Au 30 septembre les sorties sur la France et les colonies avaient atteint 321.392 tonnes.

L'Indochine trouve ainsi que le marché métropolitain offre des débouchés de plus en plus intéressants, mais c'est évidemment à la condition de vendre au plus bas prix possible, car ce n'est pas à l'alimentation humaine que va le riz, mais, pour la presque totalité, à celle du bétail et à l'industrie.

L'on est amené à se demander de quelle manière les agriculteurs métropolitains vont considérer cet afflux de riz indochinois. Ils ne peuvent cependant songer à l'arrêter par des droits de douanes ou un contingentement, car l'industrie métropolitaine a imposé à l'Indochine des droits de plus en plus élevés sur les marchandises étrangèrse et en échange, ses produits sont admis en franchise dans la Métropole.

Nous en revenons ainsi toujours à la même conclusion : un pays doté d'un Empire colonial ne peut avoir une économie fermée.

ÉTUDE OBJECTIVE ET CRITIQUE DES TRANSPORTS AUTOMOBILES

par Fernand **LABORDE**

Ingénieur E.C.P.

Vice-Président de la Chambre des Intérêts miniers de la Tunisie

I. *Développement et importance des transports automobiles*

La cherté endémique de la main-d'œuvre aux Etats-Unis d'Amérique, les hécatombes pratiquées par la grande guerre dans les effectifs ouvriers des pays belligérants et la limitation généralisée de la durée du travail ont imprimé, depuis l'armistice, un développement accéléré au machinisme. L'industrie des transports a été particulièrement affectée par cette transformation. On assiste ainsi au remplacement progressif de la traction animale sur routes par la traction automobile. Mais cette dernière venue ne s'en tient pas là, elle concurrence chaque jour plus sévèrement les transports par chemin de fer, dont elle anémie le trafic et restreint le rayon d'action. Tant et si bien qu'à ce jour le nombre des véhicules automobiles dépasse 40 millions, valant plus de 800 milliards de francs.

C'est aux Etats-Unis qu'on en relève le plus gros chiffre, près de 30 millions, soit environ une automobile par 4 habitants. L'immensité du pays, avec les longs et multiples parcours qu'elle offre aux transports, l'importance de sa production et de sa population, son avance traditionnelle pour tout ce qui touche à la diffusion du machinisme, ses abondantes ressources en métaux, en combustibles, en matériaux pour le revêtement des routes, expliquent déjà qu'il en soit ainsi. Mais la construction des automobiles en série, la politique des hauts salaires, la publicité intensive, et la pratique des ventes à tempérament, ont décuplé les effets de ces facilités naturelles. Il est curieux de constater, en passant, comment l'industrie des trans-

ports, qui avait été la mieux rationalisée et concentrée avant même que le mot *rationalisation* fût inventé, se voit dissociée et individualisée de nouveau dans le propre pays où naquit cette méthode. Preuve évidente et nouvelle que les théories s'effacent nécessairement devant les contingences du temps, du milieu et de la mode.

La Grande-Bretagne et la France se disputent le second rang. Dans notre pays, le nombre des véhicules automobiles approche de 1.800.000, c'est-à-dire d'une automobile pour 22 habitants. Les conditions naturelles y sont beaucoup moins favorables au développement de ce mode de transport que dans l'Amérique du Nord ; l'absence de pétrole, la rareté et la cherté de la plupart des matières premières lui opposent de sérieuses difficultés. Et le tempérament français montre une timidité, d'ailleurs compréhensible et louable, devant les procédés américains qui ont porté la construction et la vente des automobiles au delà du maximum raisonnable. Les transports automobiles n'en occupent pas moins une place fort importante dans l'économie française. Plus de 500.000 personnes sont employées à la fabrication et à l'utilisation des automobiles. La valeur annuelle de la production automobile dépasse 6 milliards de francs, supérieure à celle de nos charbonnages et à peine inférieure à celle de nos vignobles. Les automobiles occupent le huitième rang dans nos grandes catégories d'exportations, pour une valeur supérieure à 1 milliard de francs. On estime à plus de 3 milliards le total des impôts qu'elles versent aux budgets de l'Etat, des départements et des communes.

Tous ces chiffres sont caractéristiques d'un essor exceptionnel, quand on considère qu'il s'agit d'une industrie datant de trente ans à peine et dont le véritable développement est postérieur à la guerre. Mais il ne faut pas oublier la grande part de la France dans les inventions et dans les initiatives qui ont permis l'utilisation pratique de l'automobile. L'étendue et la qualité de son réseau routier étaient spécialement propices à cet usage. En outre, l'automobile s'adapte merveilleusement à l'individualisme du Français et à son amour de l'indépendance. Enfin, certaines circonstances propres à la période d'après guerre, l'expansion du tourisme, le moratorium des loyers et l'accroissement des gains, qui ont augmenté, chez beaucoup de Français, les ressources disponibles pour les dépenses d'agrément ou de luxe, la mauvaise exploitation des chemins de fer, haussant leurs tarifs, à mesure que leur trafic diminuait, ont grandement contribué à ce succès de l'automobile. La réclame, le crédit et l'esprit d'imitation ont achevé de porter l'engouement général pour ce mode de transport au maximum atteint en 1929. En France comme aux Etats-Unis la crise mondiale a seule interrompu ce mouvement ascendant.

II. — *Avantages des transports automobiles*

En dehors des circonstances générales que nous venons d'énumérer pour expliquer le succès de l'automobile, en France et aux Etats-Unis, de nombreux avantages tendent à justifier la faveur grandissante dont elle vient de jouir dans ces dernières années.

C'est d'abord la possibilité de desservir, rapidement et commodément, la plupart des localités, hameaux, écarts demeurés jusqu'à ce jour en dehors des lignes de chemins de fer, et sans espoir fondé de s'y voir jamais rattachés, en raison d'empêchements topographiques ou financiers. Facilités de transports, de déplacement, d'approvisionnement, de vente et d'achat, de soins hygiéniques et médicaux, d'instruction et de divertissement peuvent naître en foule de ces liaisons nouvelles.

C'est ensuite la possibilité de transporter voyageurs et marchandises de bout en bout, par l'itinéraire le plus direct, sans rompre charge, en évitant les pertes de temps, les frais et les avaries des arrêts et des manutentions intermédiaires.

A ces avantages, qui sont en grande partie d'ordre matériel et collectif, d'autres s'ajoutent dont l'essence est surtout individuelle et psychologique.

Avant tout, la satisfaction de posséder un véhicule personnel, aussi approprié que possible aux goûts et aux moyens de son possesseur, qu'il s'agisse de sa nature, de sa marque, de sa force, de sa vitesse, de son aménagement ou de sa couleur.

Puis la facilité de régler suivant ses besoins, ses commodités ou ses fantaisies le but de ses déplacements, les heures de départ et d'arrivée, les itinéraires, les haltes en cours de route. Celle d'assurer la fréquence et la rapidité des emplettes, le recours instantané à une intervention urgente, médicale ou chirurgicale, par exemple.

Finalement, les attraits de la promenade, du tourisme, du camping, le plaisir de voir défiler devant ses yeux le spectacle infiniment varié et inépuisable de la nature, le goût du luxe, pour certains mêmes la recherche de l'aventure, et, par-dessus tout, les joies du sport, la griserie de la vitesse, la sensation d'échapper pour un temps aux liens obsédants de l'inertie et de la pesanteur.

Tous ces avantages ont révolutionné et agrémenté notre existence. Ils tendent vers une utilisation chaque jour plus variée et plus complète du temps et de l'espace. Ils figurent au nombre des caractéristiques les plus frappantes de la vie

moderne et constituent, à première vue, quelques-uns des facteurs les plus typiques du progrès de notre époque.

III. — Inconvénients des transports automobiles

Cependant, quand on prétend aller au fond des choses, on ne peut pas se dissimuler que ces avantages, pour si brillants et pour si séduisants qu'ils puissent paraître, ne vont pas sans d'assez nombreux inconvénients, qui en diminuent et parfois même en détruisent la valeur.

Les premiers de ces inconvénients sont d'ordre pratique. Quand il s'agit d'utiliser les locomotives, dont la vitesse ne dépassait guère cinq fois celle du piéton et deux fois celle de la voiture à chevaux, la première préoccupation fut de leur réserver des voies particulières, soigneusement clôturées, de manière à sauvegarder la commodité et la sécurité respectives de la traction à vapeur et des modes traditionnels de locomotion. Rien de pareil n'a été fait pour la traction automobile, bien que sa vitesse courante atteigne dix fois celle du piéton, cinq fois celle du véhicule hippomobile, et qu'il ne soit pas rare de voir doubler ces rapports en pratique. A quel extrême pourrait être porté le danger né de ces disproportions, on l'imagine sans peine quand on pense aux 408 kilomètres horaires réalisés dans le dernier record du capitaine Campbell.

Pour les transports par chemins de fer, d'autres précautions furent prises à l'égard des mécaniciens. Un stage suffisant comme chauffeur, des épreuves sérieuses d'aptitude physique et des garanties morales, une sage progression dans la conduite de machines de plus en plus rapides, furent exigés de ces agents en sus de leurs connaissances professionnelles. Et, dans leur travail, ils sont constamment assistés d'un chauffeur, capable de les suppléer en cas de défaillance. Tout cela quoique les mécaniciens ne représentent qu'un effectif relativement peu nombreux. Pour les transports automobiles, on s'est montré beaucoup moins exigeant ; une simple et rapide épreuve pratique habilite des centaines de mille de conducteurs à parcourir indéfiniment nos routes à toute allure, sans le moindre contrôle périodique et sans la moindre assistance possible en cas de défaillance, sauf pour quelques rares transports en commun. Aussi ne doit-on pas s'étonner si les transports automobiles n'offrent qu'une sécurité très insuffisante, tant à ceux qui en usent qu'aux gens, aux bêtes et aux choses placés sur leur parcours.

La surface requise par la circulation croît en proportion au moins égale à l'augmentation de la vitesse. L'empattement obligé de l'automobile, la recherche croissante du confort, l'incomplète utilisation de la capacité de transport dans ces véhicules renforcent grandement cet accroissement. De ce chef, la largeur des rues et des routes devient rapidement insuffisante ; aux abords et à l'intérieur des villes, les embouteillages de la circulation se font de plus en plus fréquents. Pour y remédier, l'élargissement des voies existantes, les projets de voies de dédoublement aériennes ou souterraines, offrent des solutions difficiles, parfois ruineuses. Le stationnement des automobiles sur la voie publique, le croisement des voies ferrées, sont la source d'autres difficultés. La plupart d'entre elles condamnent l'automobile au ralentissement ou à l'arrêt ; elles réduisent ou annulent la vitesse qui représente leur qualité la plus certaine et la plus recherchée, elles multiplient les chances d'accident.

Dans l'ordre économique, les inconvénients des transports automobiles sont encore plus nombreux. Citons, en premier lieu, la multiplication des garages dans les villes, qui a aggravé la crise des logements. Puis celle des chauffeurs, qui s'est développée simultanément à la multiplication du personnel ferroviaire, comme conséquence de la journée de huit heures dans les chemins de fer. De là une nouvelle cause de la crise des logements dans les villes et une importance excessive de l'effectif employé aux transports, sans justification démontrée dans l'accroissement de la population et des marchandises à transporter.

On avait espéré que ces nouvelles facilités de transport retiendraient dans les campagnes beaucoup de ceux qui se sentaient attirés par les commodités et les agréments de la ville ; en fait, c'est le contraire qui s'est produit, le nombre de ceux qui mettent ces facilités à profit pour habiter la ville et consacrer à la campagne le temps strictement indispensable à l'exécution de leurs travaux ou à la surveillance de leurs intérêts ne cesse de croître. La diffusion de l'automobile accélère donc la dépopulation des campagnes.

Observons que la conduite et le nettoyage de l'automobile par les nombreux possesseurs de ce véhicule qui ne peuvent disposer d'un chauffeur, ou qui s'y astreignent volontairement impliquent une perte de temps importante et une fatigue appréciable à la charge de personnes dont les instants et les forces trouveraient, en général, des applications plus utiles, dans des besognes moins subalternes.

Au point de vue budgétaire, l'entretien des voies de communication, la modernisation des chaussées par l'emploi de produits importés à grands frais, l'élargissement et la modification des routes, l'amélioration ou la suppression des passages à niveau, la concurrence aux transports sur voie ferrée représentent dans bien des pays des charges énormes, que les taxes payées par

les transports automobiles sont loin de couvrir. En France, et pour l'année 1930, on a pu évaluer à deux milliards cinq cent millions de francs les dépenses de la construction, de la réfection et de l'entretien des routes, à un milliard trois cents millions le déficit des chemins de fer, dont cinq cents millions provenant de la concurrence automobile. Il en résulterait environ trois milliards à la charge des transports automobiles et, comme le total des impôts perçus sur ce mode de locomotion est précisément estimé à la même somme, il y aurait équilibre entre les dépenses et les recettes du budget afférentes aux transports automobiles. Toutefois, il faut remarquer qu'il n'en était pas ainsi au cours des années précédentes ; l'exercice 1930 est le premier pour lequel cet équilibre aurait été réalisé et l'aggravation rapide du déficit des chemins de fer par la concurrence automobile ne permet pas d'assurer qu'il en sera de même pour les exercices suivants. Dans d'autres pays, les charges imposées par les transports automobiles sont encore plus lourdes relativement. C'est ainsi qu'en Tunisie ces dépenses absorbent 20 à 25 % du budget total, tandis que les taxes sur les automobiles couvrent à peine 2 à 3 % de ce budget.

La construction et le fonctionnement des automobiles exigent une grosse importation de produits étrangers ou coloniaux, cuivre, nickel, caoutchouc, coton, essence de pétrole, huiles de graissage, etc. C'est ainsi qu'on a importé de ce chef en 1930 une trentaine de mille tonnes. A elles seules, les importations étrangères d'essence et d'huile durant la même année ont approché de cinq milliards et demi de francs. Cette somme représentait le dixième de nos importations, et plus de la moitié du déficit de notre balance commerciale, calculé à neuf milliards six cent soixante quinze millions. On peut donc dire que les besoins des transports automobiles sont une des causes prépondérantes, et probablement la plus importante, du fort déficit de notre balance commerciale.

Cette énumération des principaux inconvénients économiques des transports automobiles perdrait beaucoup de son importance et de sa signification si ce mode de transport bénéficiait d'un prix de revient inférieur à ceux des modes de transport concurrents. Mais il n'en est pas ainsi. En tenant compte de tous les éléments de dépense de l'automobile particulière, amortissement et intérêt du prix d'achat, taxes, assurances, réparations, entretien, fournitures, chauffeur, garage, on calcule que le kilomètre parcouru revient entre 0 fr. 44 et 2 fr. 44, suivant la force de la voiture et la longueur de son parcours annuel. Si toutes les places du véhicule étaient constamment occupées, cela mettrait de 0 fr. 21 à 0 fr. 61 le prix moyen correspondant par kilomètre et par voyageur. Or, le prix des places au kilomètre en chemin de fer varie de 0 fr. 16 pour l'aller et le retour en troisième classe à 0 fr. 45 pour l'aller simple en première. Comme l'automobile est loin d'être utilisée à son maximum de capacité, il reste une forte marge à l'avantage du chemin de fer. Et je n'insiste pas sur les commodités plus grandes de celui-ci, surtout pour les longs parcours, ni sur la sécurité à peu près absolue qu'il offre aux voyageurs.

Pour les marchandises, le prix de revient de la tonne kilométrique, en camion de 5 tonnes, exige un minimum de 0 fr. 60, alors que les tarifs de chemin de fer peuvent descendre jusqu'à 0 fr. 12, leur moyenne s'établissant à 0 fr. 24.

Les services du chemin de fer coûtent donc moins cher que les prix des transports automobiles. Chaque fois que la préférence est accordée à ces derniers pour des raisons de rapidité, de commodité ou d'agrément, c'est au détriment du coût final du transport. L'excès du prix des transports automobiles sur les transports ferroviaires chiffre le coût de cette rapidité, de cette commodité ou de cet agrément. Toute la question est de savoir si l'économie générale est en mesure de supporter ces renchérissements. Il n'y semble guère quand on considère l'influence des coûts de transport sur les prix de vente et la difficulté pour les prix de détail de baisser en concordance avec les prix de gros.

Les transports par tramways bénéficient aussi d'une économie par rapport aux transports automobiles. Les transports par traction animale sont, au contraire, plus chers.

L'avantage économique des transports automobiles est donc restreint aux parcours qui étaient uniquement accessibles aux transports hippomobiles. Pour les parcours desservis par des chemins de fer, le recours aux transports automobiles est une des causes du renchérissement des prix.

La rapidité même qui caractérise les transports automobiles ne doit pas nous faire illusion au point de vue économique. Elle a pu présenter une apparence d'utilité à l'époque où l'inflation accélérait arbitrairement la demande. Aujourd'hui, que la sous-consommation règne partout, des transports trop rapides ont l'inconvénient de faire le vide près du producteur, ce qui le pousse à produire avec excès, et, par contre, d'accumuler sans nécessité les stocks à portée du consommateur, impuissant à les acquérir. D'ailleurs, les produits agricoles, qui représentent une part importante de la production mondiale, doivent être consommés sur les douze mois qui séparent une récolte de la suivante ; il ne sert donc de rien d'en précipiter le transport plus que de raison vers les lieux de consommation.

On ne doit pas non plus ignorer que le développement de l'automobile a créé ou développé certains périls moraux. Les rapts, les vols, les attentats, les assassinats ont trouvé des facilités nouvelles dans son usage et s'en sont vus multipliés. Le désir d'acquérir un objet si communément et si ardemment convoité que l'automobile est à la source de bien des défaillances. Les charges, souvent excessives, qu'il impose à celui qui veut en jouir, le contraignent à se priver de choses autrement essentielles ; elles s'opposent fréquemment à la fondation et à l'éducation de familles normales dont la France a tant besoin.

Pour en finir avec les inconvénients nés de l'automobile, ne négligeons pas les éventualités de la défense nationale. La France n'a guère de pétrole chez elle, ni dans ses colonies. Son approvisionnement d'essence dépend presque entièrement des pays étrangers d'outre-mer. Elle n'est pas mieux partagée pour certaines autres matières qui entrent dans la construction des automobiles. Pour le caoutchouc, c'est seulement dans ses colonies lointaines qu'elle en possède. En cas de guerre, le remplacement des stocks qu'elle aura su se constituer dès le temps de paix, notamment en essence et en caoutchouc, dépendrait de la maîtrise qu'elle pourrait exercer sur mer, soit par elle-même, soit par ses alliances. Seule la mise en service d'un carburant national vraiment pratique la débarrasserait de cette obligation pour le combustible. A défaut, la motorisation de ses transports sur route, civils et militaires, telle qu'elle la développe chaque jour davantage, l'expose à de graves périls.

IV. — Caractères et rôle des transports automobiles.

Contrairement à l'usage, les inconvénients de l'automobile, dont on parle peu en général, ont pris, dans la présente étude, plus de place que ses avantages, sur lesquels tout le monde est d'accord, et qui n'ont jamais manqué de commentateurs enthousiastes. Mais cette analyse, que j'ai tenté de faire aussi complète et aussi objective que possible, est indispensable à qui veut formuler une appréciation motivée sur le véritable caractère des transports automobiles et sur leurs réelles possibilités. Si on néglige, le plus souvent, les ombres que j'ai cru devoir signaler, c'est en faveur de tout ce que l'automobile symbolise pour l'homme d'après-guerre, passionnément épris de nouveauté, d'américanisme, de vitesse, de luxe, et en considération du progrès que tout cela représente à ses yeux.

Toutefois, par le nombre considérable des ouvriers, des agents et des usagers que les transports automobiles intéressent, par l'importance en quantité et en valeur des matières qu'ils emploient, par leur influence sur les dépenses budgétaires et sur le commerce international, la transformation qu'ils ont introduite dans les moyens de locomotion constitue une véritable révolution. L'intense propagande qui s'exerce en leur faveur nous les présente comme un indiscutable progrès matériel, susceptible d'un accroissement indéfini. L'automobile par 4 habitants des Etats-Unis ne serait qu'une étape vers l'automobile individuelle, en attendant peut-être mieux encore. *A fortiori*, l'automobile par 22 habitants, telle qu'on la voit en France, nous réserverait les plus larges possibilités de développement. Le sujet est assez sérieux pour que nous ayions le droit et le devoir d'examiner jusqu'à quel point ces généralisations, ces tendances et ces perspectives sont conformes aux réalités. D'autant plus qu'il s'agit là d'idées originairement américaines, et que nous sommes payés pour savoir combien les idées de cette provenance méritent d'être passées au crible de la critique et soumises aux rigueurs de l'analyse.

Pour qu'une transformation réalise un progrès matériel, il faut qu'elle entraîne une diminution du coût des services qu'elle prétend remplacer, c'est-à-dire qu'elle permette une réduction de leur prix de revient. En effet, toute transformation qui ne satisfait pas à cette condition implique un accroissement de dépenses, auquel on ne peut faire face que de trois manières : soit par prélèvement sur la richesse acquise, soit par augmentation du prix de vente, soit par hypothèque sur la production future. Mais chacune de ces mesures réduit la masse des biens dont la collectivité aurait disposé sans cette transformation ; il est donc impossible de l'accepter comme un progrès matériel.

Or, nous avons vu que les transports automobiles satisfont à ce critérium uniquement dans les régions dépourvues de chemins de fer et desservies par des transports hippomobiles. C'est donc seulement dans ces régions qu'ils constituent un progrès matériel, et qu'il est logique de les encourager.

Pour les parcours déjà desservis par chemins de fer ou par tramways la traction automobile est une cause d'augmentation des prix de transport. On ne peut donc la tenir que pour une dépense somptuaire, principalement destinée à obtenir une vitesse de déplacement, dont le coût onéreux n'est compensé par aucune amélioration de rendement ou de prix de revient et qui, par conséquent, demeure sans utilité pratique.

V. — Coordination et collaboration nécessaires des divers modes de transport.

Ce qui précède montre que le développement des transports automobiles s'est fait pour une

bonne part au détriment des chemins de fer et moyennant une aggravation des prix de revient nationaux. Ces conséquences sont extrêmement graves, car elles tendent à frapper de stérilité les capitaux considérables investis dans les réseaux ferroviaires, elles renchérissent le coût de la vie, elles accroissent la valeur des importations et elles rendent les exportations plus difficiles, en surchargeant les prix de revient de la production par l'augmentation des prix de transport, chaque fois qu'on utilise les transports automobiles au lieu du chemin de fer, aux divers stades de fabrication et de manutention des marchandises susceptibles d'exportation. C'est ainsi notamment que les choses se sont passées en France, au cours de ces dernières années, et dans plusieurs de ses colonies.

Ces inconvénients auraient été évités si, dès le début, l'opinion et les pouvoirs publics avaient discerné le véritable caractère des transports automobiles, ainsi que leurs limites d'utilisation rationnelle, et si les gouvernements intéressés avaient, en conséquence, maintenu l'équilibre fiscal nécessaire entre le nouveau mode de transport et les chemins de fer. Mais, pendant longtemps, ces circonstances et ces nécessités sont demeurées méconnues. La crise intense des chemins de fer, dont l'automobile est responsable en grande partie, pour ce qui se rapporte aux voyageurs et à la grande vitesse, a été indispensable pour démontrer la nécessité d'une coordination et d'une collaboration entre les divers modes de transport, notamment entre les transports automobiles et les transports ferroviaires.

La première condition à remplir dans ce but, c'est la péréquation des charges entre les deux moyens de transport, soit à l'égard des voyageurs, soit à l'égard des marchandises. Les usagers de l'automobile et de la route doivent subvenir aux frais de construction, d'amortissement, d'entretien, de modernisation, d'amélioration et de police de la route, de la même manière que les usagers des trains, des tramways et des voies ferrées subviennent aux leurs. Si l'Etat, les départements ou les communes perçoivent des impôts sur les transports, ils doivent les appliquer équitablement aux divers modes de transport. Grâce à ces péréquations, la concurrence entre eux s'exercera sur un pied de parfaite égalité, chacun se développera seulement dans les limites de temps et de lieu où son développement sera profitable à l'intérêt général.

D'après ce que nous avons vu, l'intérêt général s'oppose au développement des transports automobiles suivant des parcours trop voisins des chemins de fer. Il demande, au contraire, que ces transports recueillent voyageurs et marchandises dans les zones dépourvues de voies ferrées pour les amener aux lignes en exploitation. L'Etat, les départements et les communes faciliteront la réalisation de ces conditions en refusant subventions, monopoles et autorisations aux transports automobiles en commun capables de concurrencer la voie ferrée, même s'ils devaient être exploités par les Compagnies de chemin de fer, et en les réservant, au contraire, à ceux qui sont susceptibles d'alimenter le trafic des chemins de fer. Des dispositions *ad hoc* devraient être prises à l'égard des voitures automobiles privées, suivant des formules à rechercher, par exemple, en leur imposant des taxes croissantes suivant qu'elles circuleraient dans un seul département, dans celui-ci et dans les départements limitrophes, ou bien dans des régions plus étendues, pouvant englober toute la France. Ainsi se ferait une discrimination à peu près automatique entre l'automobile modeste ou de travail et l'automobile de grand luxe ou de grand parcours, quelque chose d'analogue à la distinction entre navires caboteurs et navires longs courriers.

Des tarifs communs aux lignes automobiles et ferroviaires, pour les voyageurs comme pour les marchandises de grande et de petite vitesses, des billets d'aller et retour, de famille, des correspondances soigneusement étudiée assureraient les liaisons nécessaires entre les deux systèmes de transports.

Un perfectionnement grandement souhaitable résulterait du succès des essais qu'on poursuit en ce moment pour adapter aux voies ferrées la traction automobile. Par contre, il faut se garder d'une erreur qu'on a déjà commise, et qui consiste à réduire ou à supprimer l'exploitation d'une section de voie ferrée pour la remplacer en partie ou en totalité par un service automobile circulant sur des routes voisines de la voie ferrée. Car, dans ce cas, si la suppression du service de chemin de fer n'est que partielle, on ajoute aux dépenses maintenues pour la voie ferrée les nouveaux frais qu'exige l'usure de la route, causée par le service automobile ; si la suppression du service de chemin de fer est totale, on économise toute la dépense d'exploitation correspondante, mais la suppression comporte des indemnités au personnel licencié, en même temps que la dépense pour la route est plus forte. Dans les deux cas, la mise hors service d'une section de voie ferrée stérilise le capital investi dans sa construction, en le privant de toute possibilité ultérieure de rémunération et d'amortissement. Le résultat le plus probable des combinaisons de ce genre, c'est d'imposer au budget le cumul d'une première charge pour combler un déficit de chemins de fer, d'une seconde charge pour assurer un entretien supplémentaire de la route, et d'une troisième charge

pour subventionner le service automobile ; on ne doit donc pas y recourir sans avoir rigoureusement analysé les variations de dépenses qu'elle comporte et déterminé le signe de leur solde final.

Telles m'apparaissent les mesures et les précautions propres à délimiter rationnellement les domaines du rail et de la route et à assurer entre eux une collaboration vraiment profitable à l'intérêt général.

VI. — Conclusions.

Si les faits et les commentaires qui précèdent rendent bien un compte exact du développement et de la situation des transports automobiles, on doit en déduire les conclusions suivantes.

La découverte du moteur à explosion et l'application qui en a été faite dans l'industrie des transports sont, en elles-mêmes, d'excellentes choses, dont l'humanité peut et doit retirer de grands avantages, matériels et moraux. Mais, pour qu'il en soit réellement ainsi, il faut que la substitution des transports automobiles aux modes de transport précédemment employés se fasse progressivement et seulement dans la mesure où cette substitution permet une économie des frais de transport.

Ces conditions ont malheureusement été perdues de vue. D'une part, les facilités excessives de crédit, qui se sont tellement multipliées depuis l'armistice, ont favorisé l'installation d'un trop grand nombre de fabriques d'automobiles et elles ont artificiellement augmenté le nombre des acheteurs de ces appareils grâce au système généralisé des ventes à tempérament. D'autre part, ce nouveau mode de locomotion a bénéficié, soit volontairement, soit par omission, d'avantages fiscaux, par rapport aux moyens de transports plus anciens, qui ont faussé le jeu de la concurrence entre eux.

Il en est résulté une diffusion trop rapide des transports automobiles, dans des milieux et dans des régions dont les ressources et les productions ne sont pas suffisantes ou assez riches pour supporter les dépenses et les prix de revient de ce nouveau mode de transport. Aussi la fabrication et le commerce des automobiles ont-ils donné, à partir de 1929, les signes d'une surproduction évidente, particulièrement sensible aux Etats-Unis et en Allemagne, mais qui affecte aussi la France et l'Italie.

En même temps, les autres modes de transport étaient durement atteints par une concurrence aussi favorisée. Et, au premier rang parmi eux, les transports par chemins de fer, spécialement pour les voyageurs et pour les marchandises en grande vitesse. Or, les divers pays, et la France notamment, ont investi des capitaux considérables dans leurs réseaux de chemins de fer, dont l'exploitation occupe en outre une partie importante de leur population. La concurrence automobile a précipité la crise déjà grave dont souffraient plusieurs de ces réseaux. Les capitaux affectés aux voies ferrées sont devenus de moins en moins productifs, souvent même improductifs, leur personnel de moins en moins utilisé, tout cela au grand préjudice de l'intérêt général.

On reconnaît, dans le processus qui a engendré cette regrettable situation, quelques-unes des erreurs les plus communément répandues depuis la guerre et les plus responsables de la crise intense où nous nous débattons ; méconnaissance des possibilités spéciales à chaque pays et à chaque région, de l'importance du facteur temps, propension excessive à la généralisation, défaut de mesure, abus du crédit, confusion entre le nécessaire et le superflu, entre l'agitation et le progrès.

Il faudra revenir de ces erreurs pour asseoir sur des bases solides l'industrie des transports automobiles, pour circonscrire rationnellement les champs d'action de l'automobile et de la voie ferrée et pour conjuguer efficacement le travail de ces deux modes de transport.

Le gouvernement anglais a déjà pris une exacte conscience de cette nécessité. Dès le 23 mars 1932, on pouvait lire dans *le Temps* l'information suivante, de Londres : « Le secrétaire du ministère des Transports a annoncé hier la réunion d'une Commission composée de représentants des Compagnies de chemins de fer et des entreprises de transport par route en vue d'examiner la situation respective de ces deux industries. Elle se préoccupera de préciser le coût global de l'entretien du réseau routier, son incidence et sa répartition entre les différentes classes d'usagers employant des voitures à propulsion mécanique. Elle s'efforcera d'élaborer un règlement des transports de marchandises par route et par voie ferrée, en vue d'assurer aux deux industries un fonctionnement stable et régulier. Le rapport de la Commission sera publié à la fin du mois de juillet. » Ce Comité consultatif mixte, présidé par Sir Arthur Salter, ancien directeur de la Section économique et financière de la Société des Nations, a terminé ses travaux et publie un rapport très instructif. Dans ce rapport, il souligne l'erreur et l'injustice des régimes inégaux appliqués aux transports automobiles et ferroviaires ; il expose les raisons qui l'ont conduit à proposer pour la redevance des usagers de la route une formule basée sur le tonnage kilométrique transporté et sur la consommation d'essence ; enfin, il suggère les mesures propres à assurer la coordination du rail et de la route. On peut

facilement calculer que l'imposition aux automobiles françaises de taxes égales à celles que le Comité Salter estime nécessaires pour les automobiles anglaises aurait pour conséquence de porter à 6 milliards environ la contribution des transports automobiles en France, alors que le total des impôts qu'on perçoit actuellement sur ces transports ne dépasse guère 3 milliards. Sous réserve des différences possibles entre la Grande-Bretagne et la France, il semble que la France pourrait être amenée à doubler la contribution sur les transports automobiles, si elle voulait rétablir un juste équilibre entre les transports automobiles et les transports par chemin de fer.

On voit que l'étude de ce redressement est beaucoup plus avancée en Angleterre qu'en France. Il serait utile qu'un travail analogue fût entrepris sans tarder, non seulement en France, mais aussi dans celles de ses colonies qui possèdent des chemins de fer concurrencés par l'automobile.

VARIÉTÉS

Le VIe Congrès International de Génétique

[ITHACA N.-Y.), 24-31 août 1932].

par **A. VANDEL**
Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse

Le VIe Congrès international de Génétique s'est tenu, à Ithaca (N.-Y.), du 24 au 31 août 1932, sous la présidence de T.-H. Morgan. Ayant été délégué par le Ministère de l'Education Nationale pour le représenter à ce Congrès, il m'a paru intéressant d'esquisser, pour les lecteurs de la *Revue Scientifique*, la physionomie générale du Congrès d'Ithaca, et de dégager les nouvelles directions dans lesquelles s'est engagée la Génétique depuis le dernier Congrès, tenu à Berlin, en 1927, et dont M. le Professeur Caullery avait ici même rendu compte (1).

Je tiens tout d'abord à signaler l'accueil particulièrement cordial que les membres européens du Congrès ont reçu, à leur arrivée à New-York, et la généreuse hospitalité qui leur a été offerte, grâce à une subvention du *Carnegie Endowment for International Peace*. Ils ont pu assister, pendant les quelques jours qui précédaient l'ouverture du Congrès d'Ithaca, au IIIe Congrès international d'Eugénique qui s'est tenu, à New-York, du 21 au 23 août, visiter la Station de Génétique de Cold Spring Harbor (fig. 1), le New-York Botanical Garden, la « Dog Farm » du Dr C.-B. Stockard, à Mohegan (fig. 2), et prendre part à une réception, offerte aux membres des deux Congrès, à l'Hôtel Waldorf Astoria.

Le VIe Congrès international de Génétique s'est tenu à Ithaca, dans les bâtiments de l'Universtié Cornell (fig. 3). Par l'étendue de ses installations, cette Université se prêtait admirablement aux diverses manifestations qu'implique un Congrès réunissant plusieurs centaines de membres, en même temps que, par sa situation admirable, elle permettait de fort belles excursions, constituant une heureuse diversion aux séances très chargées de la journée. Je me rappelle, en particulier, un pique-nique servi, dans un décor admirable, sur les bords du lac Cayuga, et j'ai conservé un souvenir très agréable de l'atmosphère

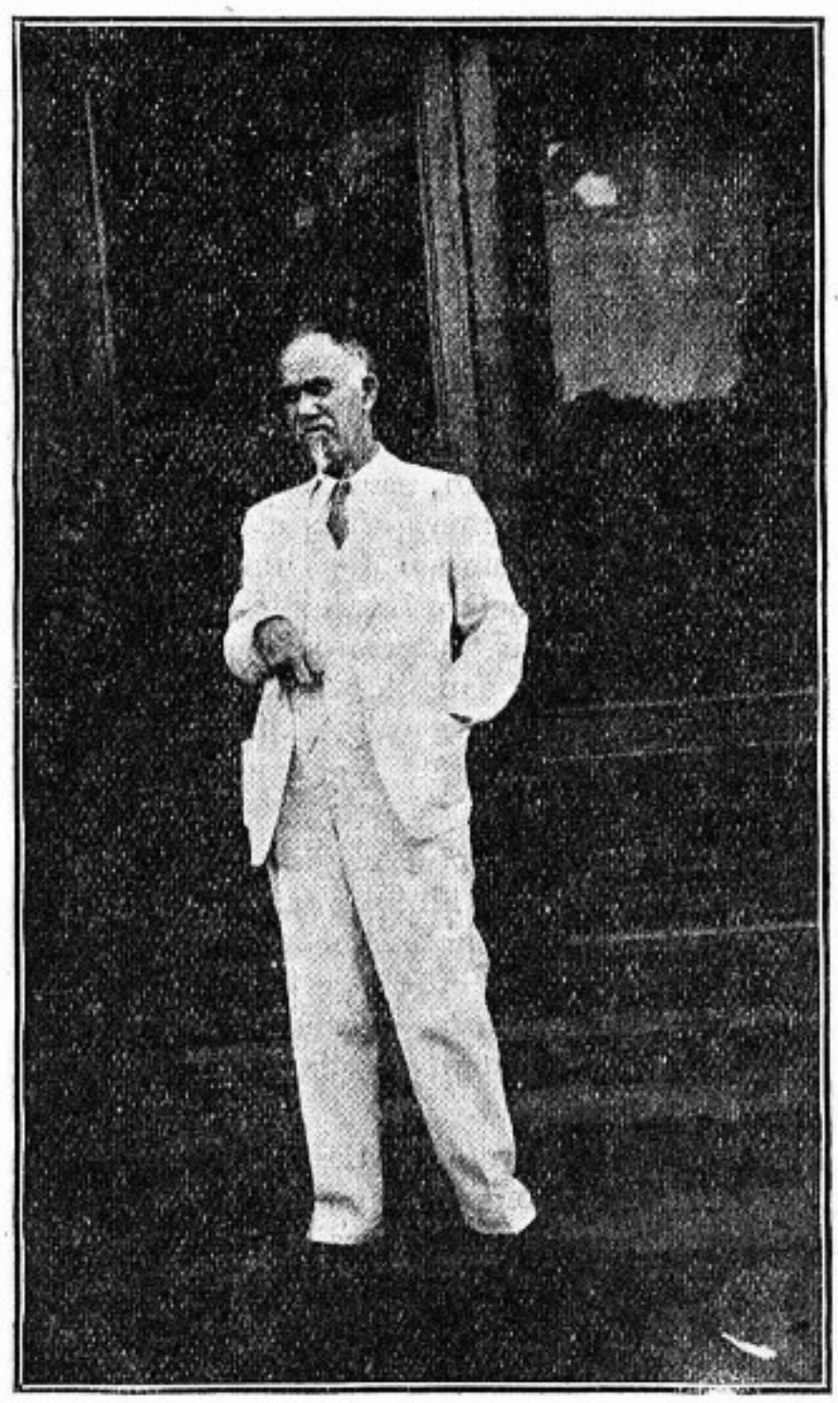


Fig. 1. — Le Prof. C.-B. Davenport recevant les délégués du VIe Congrès International de Génétique et du IIIe Congrès International d'Eugénique, à Cold Spring Harbor.

(1) M. Caullery. Autour de deux Congrès biologiques internationaux : Zoologie (Budapesth, 4-10 septembre); Génétique (Berlin, 11-17 septembre). *Revue Scientifique*, 65e année, 1927, pp. 646-653.

de bonne humeur et de franche camaraderie qui constitue l'un des charmes des réunions américaines.

En raison de l'éloignement des centres européens de Génétique et de la crise économique, le nombre des congressistes était beaucoup moindre qu'à Berlin : 537 au lieu de 903. Le nombre de délégués européens était des plus minimes : une quarantaine, environ (1), en sorte que le Congrès a pris l'allure d'une réunion de généticiens américains à laquelle auraient été invités quelques savants étrangers. La langue anglaise a été seule employée dans toutes les manifestations officielles; tous les avis ont été donnés en cette langue. Toutes les communications, ou peu s'en faut, ont été faites en anglais; et les rares conférences prononcées en une autre langue, celles de R. Goldschmidt ou de C. Artom, par exemple, ont été aussitôt traduites en anglais. J'estime qu'il y a là un abus, et que l'emploi exclusif d'une langue dans une réunion comme celle-ci lui enlève le caractère international qu'il est essentiel de lui conserver. Au Congrès de Berlin, tous les avis officiels étaient donnés dans les quatre langues principales (anglais, allemand, français et italien) et, je pense qu'il y aurait grand intérêt à ce que ce principe fût maintenu lors des prochains Congrès.

L'un des caractères les plus originaux du Congrès fut le grand nombre d' « exhibits » exposés à Ithaca. La réunion de telles collections exige évidemment un effort considérable, mais, leur intérêt est très grand; et, il est à souhaiter que, dans les prochains Congrès, les démonstrations tiennent autant de place que les communications purement verbales.

Dans le camp zoologique, les Congressistes ont pu étudier de belles collections d'animaux, soit vivants, soit conservés, ayant servi aux principales recherches de génétique : Papillons (R. Goldschmidt, H. Federley, C. Jucci); *Habrobracon* (A.-R. et P.-W. Whiting); Orthoptères (R.-K. Nabours); *Epilachna* (Timoféeff-Ressovsky); Aphides (A.-F. Shull); *Drosophila* (exposition très étendue des méthodes d'élevage, des diverses mutations, etc); *Daphnia* (A.-M. Banta); Mollusques (C. Diver, H.-E. Crampton, etc.); Poissons, Pigeons, Poules, Faisans, Rats, Souris, Cobayes, etc.

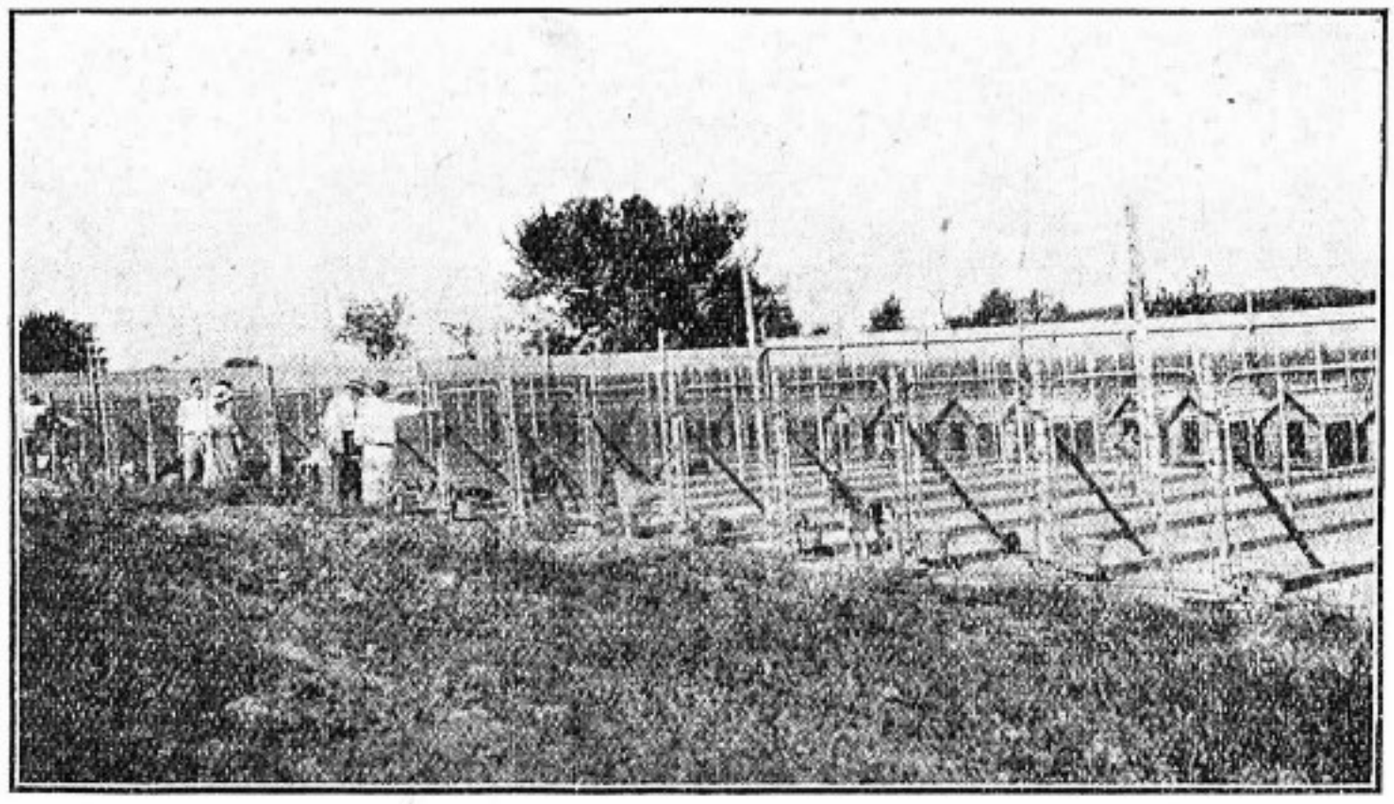


Fig. 2. — Un coin de la « Dog Farm » du Dr C.-R. Stockard, à Mohegan.

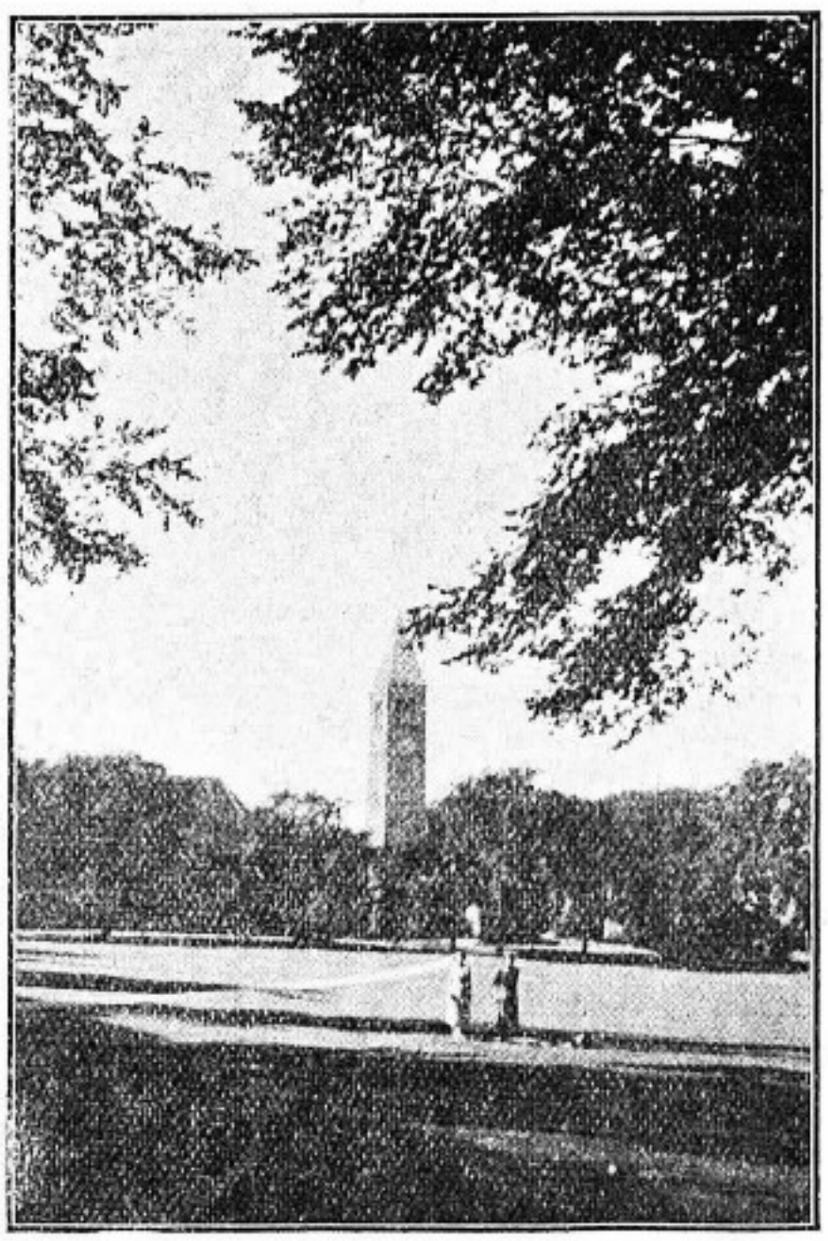


Fig. 3. — Un coin de l'Université Cornell, à Ithaca.

Pour les plantes, le Comité organisateur avait eu l'heureuse idée — et, ce fût là, l'un des « clous » du Con-

(1) La France était représentée par M. Roger de Vilmorin et l'auteur de ces lignes. Deux autres Français ont pris part au Congrès : M. Prat, Professeur à l'Université de Montréal, et M. L'Héritier, élève de l'Ecole Normale Supérieure, boursier Rockefeller.

grès — de transformer le jardin du Department of Plant Breeding de l'Université Cornell, en un jardin génétique (fig. 4). J'ai visité, plusieurs fois, soit seul, soit sous la conduite de spécialistes, ce jardin qui renfermait tout ce que la génétique botanique a offert de plus intéressant, en ces dernières années. Je conserve, comme l'un des souvenirs les plus agréables et en même temps les plus instructifs du Congrès, une démonstration donnée à sept heures du matin, devant un champ d'Œnothères fraîchement épanouies (fig. 5) qui contrastait heureusement avec les séances de communications, tenues, l'après-midi, par une température de 35° C. Il m'est impossible d'énumérer toutes les plantes exposées. Je signalerai seulement de très belles collections d'Œnothères (diverses espèces et mutations, formes polyploïdes, etc.) dûes aux envois de R.-E. Cleland, B.-M. Davis, R.-R. Gates, T.-J. Stomps, J.-A.Leliveld, G.-H. Shull. Le Maïs qui a fait l'objet, en ces dernières années, de remarquables recherches de la part des généticiens américains, était représenté au jardin génétique, par des collections très étendues et du plus haut intérêt. Elles renfermaient les principales mutations spontanées ou provoquées, les variétés polysomiques, les formes polyploïdes, les différents types sexuels (F.-D. Richey, L.-F. Randolph, R.-A. Emerson). J'ai aussi

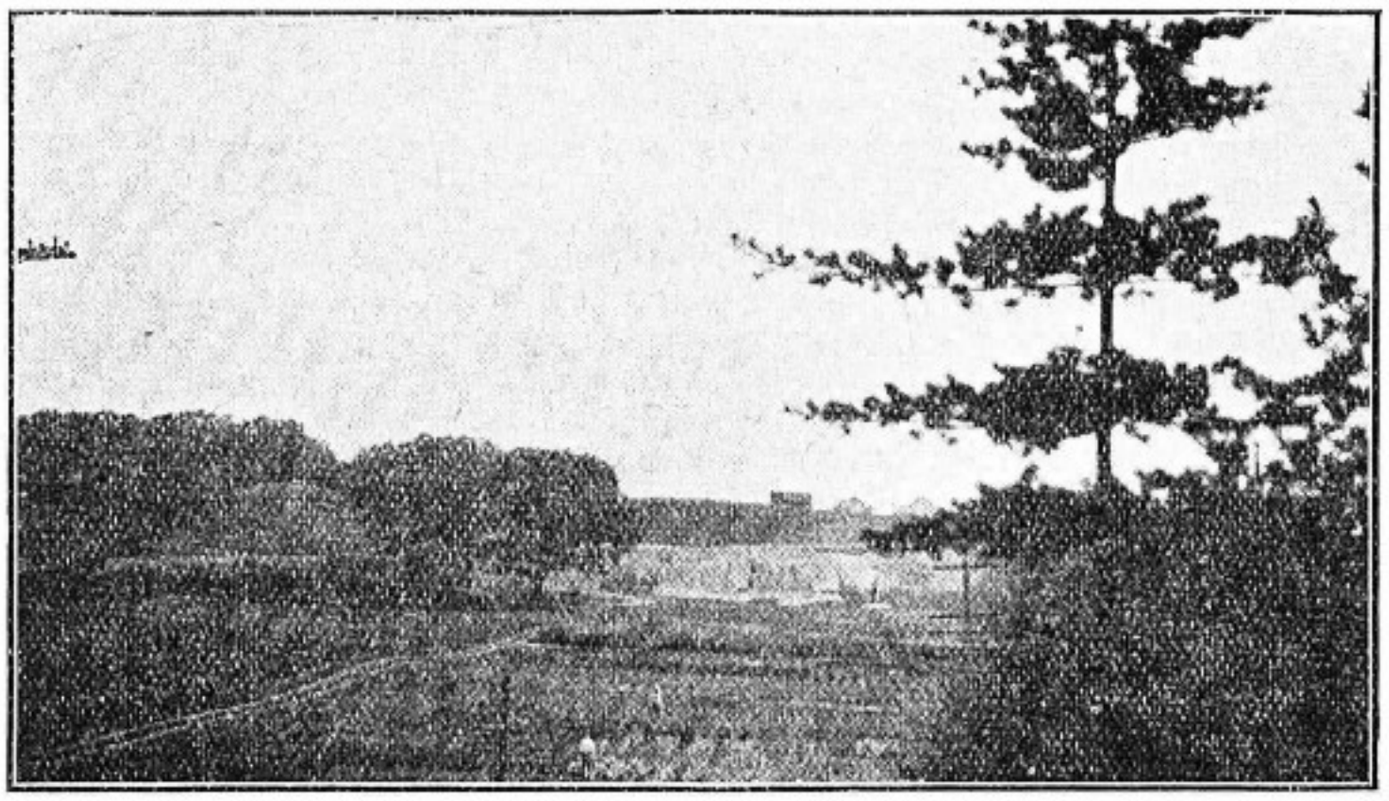


Fig. 4. — Vue d'ensemble du jardin génétique.

noté les très intéressantes expositions de Tomates (mutations; linkages; formes polyploïdes; E.-W. Lindström); de Tabacs (R.-E. Clausen); d'*Antirrhinum* (H. Stubbe); de *Melandrium* (sex-linkage, O. Winge); les belles collections envoyées de Merton (*Papaver*, *Pisum*, *Primula*); les

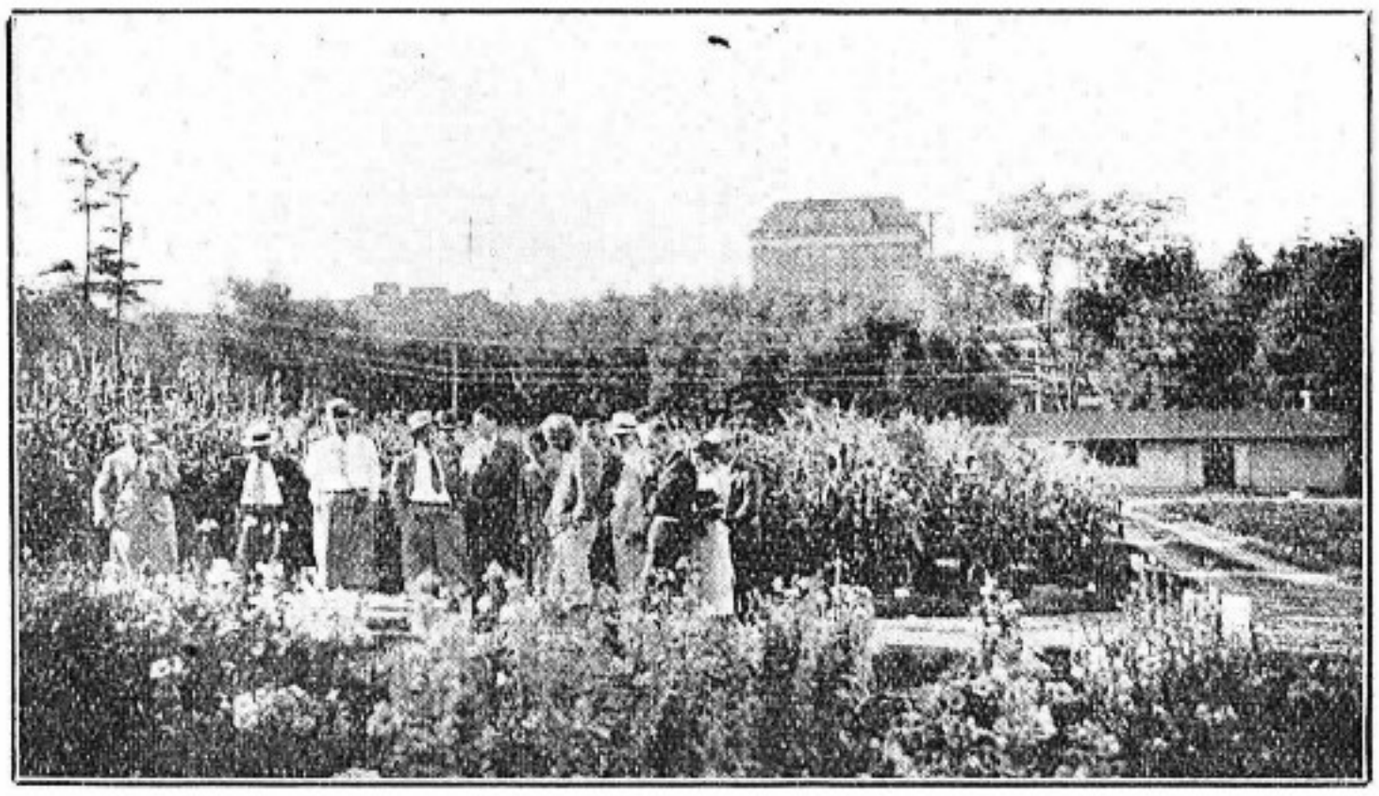


Fig. 5. — Une démonstration, en plein air,
devant les collections d'Œnothères du jardin génétique.

curieux hybrides de *Raphano-Brassica* (G.-D. Karpetschenko), etc.

Les démonstrations de préparations microscopiques ont aussi joué un rôle très important dans le présent Congrès, et l'on ne saurait trop en féliciter les organisateurs. Il n'y a rien de plus instructif que l'examen des préparations originales; elles permettent mieux que n'importe quelle figure de pénétrer dans le vif de la question; elles fournissent, de plus, au cytologiste, des points de com-

paraison pour juger de la valeur de sa propre technique. Il est naturellement impossible de donner ici la liste des préparations exposées au Congrès. Je noterai seulement comme m'ayant particulièrement intéressé, les remarquables préparations de A.-F. Huettner, relatives aux premiers stades du développement de la Drosophile, les préparations de Curt Stern, d'une clarté admirable, montrant les échanges entre chromosomes X et Y, celles de T. Dobzhansky, relatives à diverses anomalies chromosomiques. J'ai été vivement intéressé par l'examen des préparations de C.-W. Metz, concernant la cytologie si spéciale de *Sciara* ainsi que par la nouvelle méthode qu'il a découverte pour colorer les chromosomes dans les œufs montés *in toto*, méthode qui a permis à Mademoiselle du Bois de mettre en évidence la remarquable élimination de chromosomes qui se produit lors des premières divisions de segmentation de l'œuf de cette Mouche. On avait aussi exposé quelques préparations anciennes, mais dont l'intérêt est resté considérable; c'est ainsi que j'ai pu voir les préparations classiques de T.-H. Morgan relatives à la maturation des œufs de Phylloxera. La Cytologie végétale tenait aussi une grande place dans ces démonstrations, et j'ai pu voir de très belles préparations concernant la cytologie d'*Aquilegia*, *Avena*, *Datura*, *Œnothera*, *Solanum lycopersicum*, *Triticum*, *Zea*, etc.

Après avoir ainsi esquissé la physionomie générale du Congrès, essayons de dégager les orientations nouvelles suivies par la Génétique, depuis le dernier Congrès. Parmi les animaux, la Drosophile reste, pour les Généticiens, un matériel de choix, et toute une section du Congrès a été consacrée aux recherches exécutées sur cet animal. Parmi les plantes, les Œnothères ont encore fait l'objet d'intéressantes recherches. Notons le développement considérable des recherches génétiques exécutées sur le Maïs; elles ont été résumées, de façon magistrale, dans une très belle conférence de R.-A. Emerson. Les Tomates, les Pommes de terre, les Tabacs, les Céréales, et d'une façon générale, les plantes cultivées ont fait l'objet d'expériences étendues.

La méthode qui permet de produire des mutations à l'aide de diverses radiations, et, en particulier des rayons X, s'est beaucoup généralisée et a été appliquée à des organismes très divers.

Les rapports de la Génétique et de la Cytologie, qui tenaient déjà une place importante au Congrès de Berlin, ont pris au dernier Congrès, une importance capitale, et l'on peut dire que c'est autour d'eux que gravite tout le mouvement génétique moderne. Nous ne pouvons ici qu'énumérer très rapidement les principales questions traitées pendant le Congrès, car leur développement nous entraînerait à faire l'exposé de toute la Génétique moderne (1). Les phénomènes de polysomie, si bien étudiés par Blakeslee, chez *Datura*, ont été retrouvés dans plusieurs autres plantes : *Solanum lycopersicum* (J.-W. Lesley); *Zea mays* (L.-F. Randolph, R.-A. Emerson, B. Mac Clintock); *Matthiola incana* (H.-B. Frost); *Nicotiana tabacum* (T.-H. Goodspeed); *Œnothera franciscana* (W.-H. Brittingham). Chez les animaux, ces phénomènes ne sont encore connus que chez la Drosophile (triplo-X; triplo-IV).

Les anomalies chromosomiques qui se rencontrent, chez la Drosophile, soit spontanément, soit dans les élevages soumis à l'action des rayons X, et leurs rapports avec la Génétique, ont été étudiés en détail. Tels sont, en particulier, les phénomènes de « translocation » et d' « interchange », c'est-à-dire échanges de segments entre chromosomes non homologues (C.-B. Bridges, H.-J. Müller, A.-H. Sturtevant, T. Dobzhansky, C. Stern, etc.). Des phénomènes analogues se rencontrent chez le Maïs, où ils déterminent une stérilité partielle (B. Mac Clintock). Ces recherches ont permis d'établir des « cartes cytologiques » des chromosomes et de les comparer avec les « cartes génétiques » obtenues antérieurement par l'étude des cas de crossing-over. L'accord remarquable qui existe entre ces deux cartes, dressées à l'aide de méthodes entièrement différentes, constitue, à mon avis, l'une des preuves les plus impressionnantes de la validité de la théorie chromosomique.

Les phénomènes de crossing-over, c'est-à-dire d'échanges de segments entre chromosomes homologues, ont suscité un grand intérêt du fait de l'opposition des interprétations de K. Sax et de C.-D. Darlington, de la présence de ces deux généticiens au Congrès, et des discussions qui en sont résultées. Je note, à ce propos, une très belle mise au point de la question du crossing-over par C. Stern.

Signalons encore une conférence de T.-H. Morgan, « The Rise of Genetics » où le célèbre biologiste américain a retracé l'histoire de la Génétique, résumé son état actuel et dégagé les buts qu'elle doit se proposer. Les Français ont été heureux d'entendre l'hommage rendu à l'œuvre de Naudin, si généralement méconnue des savants étrangers. Une conférence de R. Goldschmidt, où il dénia toute valeur évolutive à la variation géographique, a soulevé un vif intérêt et provoquée une discussion animée.

Après le Congrès, une excursion en Nouvelle-Angleterre a réuni une quinzaine de congressistes européens. Nous avons visité, au cours de cette randonnée, plusieurs Universités ou Collèges : Yale, Harvard, Wesleyan University, Amherst, Storrs, Wellesley, et plusieurs fermes ou stations expérimentales : Mount Hope Farm, Massachussetts Agricultural Experiment Station, Connecticut Agricultural Experiment Station, etc. L'excursion s'est terminée au Laboratoire de Biologie marine de Woods Hole. Nous avons été partout reçus de la façon la plus aimable et la plus hospitalière, et, il est certain que tous ceux qui ont pris part à ce « trip », en garderont le meilleur souvenir.

Il est impossible de signaler tout ce que nous avons vu au cours de cette excursion si bien remplie. Je note, au hasard, quelques points qui m'ont particulièrement frappé : à Mount Hope Farm, la sélection de vaches laitières (raçe Guernesey) et de poules pondeuses (Leghorn blanches) réalisée par H.-D. Goodale. A Storrs, les études très intéressantes de W. Landauer et de ses collaborateurs sur certaines dystrophies et leur hérédité : Creeper fowl (gène léthal à l'état homozygote; déterminant une chondrodystrophie, à l'état hétérozygote), souris sans poils (L.-T. David; deux mutations différentes, l'une dominante, l'autre récessive), moutons à pattes courtes (mutation analogue à celle dont parle Darwin dans la « Variation des Animaux et des Plantes »; les moutons de Storrs proviennent d'une mutation réapparue, il y a une dizaine d'années, en Norvège; mutation récessive due à un seul gène). A New-Haven, les remarquables expériences de E.-M. East et de D.-F. Jones, sur le Maïs (influence de l'inbreeding et de l'outbreeding; xénies; différents types sexuels, etc.). A l'Université de Yale, la magnifique bibliothèque, due à la libéralité de Rockefeller (7 millions de dollars), pourvue de tous les perfectionnements mo-

(1) Le lecteur trouvera un exposé très documenté des recherches de Génétique moderne, dans les deux ouvrages suivants :

(C.-D.) Darlington. Recent Advances in Cytology. Philadelphia, 1932.

(F.-W.) Sansome and (J.) Philp. Recent Advances in Plant Genetics. London, 1932.

dernes, mais que les Européens s'étonnent de voir logée dans une cathédrale gothique, imitée dans ses moindres détails. A Boston, la « Bussey Institution » et l' « Arnold Arboretum » (fig. 6), qui sont trop connus du monde entier pour qu'il soit nécessaire d'en dire l'intérêt. A l'Université Harvard, le nouveau bâtiment de Biologie qui constitue probablement, à l'heure actuelle, l'installation la plus vaste et la plus perfectionnée consacrée aux recherches biologiques.

Ce Congrès s'est montré, en somme, fort intéressant, et il est regrettable que si peu d'Européens aient pu y assister. Car, la lecture des comptes rendus ne remplace nullement l'enseignement si riche des démonstrations dont j'ai dit plus haut la variété.

Il a été décidé que le prochain Congrès se tiendrait en 1937. Le lieu de réunion n'a pas encore été arrêté; le soin de le fixer a été laissé au Comité international permanent.

Fig. 6. — A l' « Arnold Arboretum ». Un pommier primitif, à pommes naines. De gauche à droite : Mlle Chr. Bonnevie (Norvège), Mlle Belfield (Angleterre) et A. Vandel.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Septembre 1932).

Théorie des ensembles. Dans le cas d'un ensemble ponctuel plan E dont le paratingent en un point O est incomplet, il existe une *proposition*, due à M. Bouligand, et qui montre qu'au voisinage de O les points de E appartiennent à un arc simple. — M. *Jean Mirguet* étend ce résultat à l'espace; puis il résout par l'affirmative la question de la continuité en O du paratingent d'un continu de l'espace à trois dimensions, le paratingent étant incomplet, mais possédant au moins une droite dans chaque plan issu de O.

Analyse. — M. *N. Saltykow* exprime la condition d'intégrabilité complète du système $r+H(x, y, z, p, q, s)=0$, $t+\Phi(x, y, z, p, q, s)=0$. Elle comprend comme cas singulier celui d'une involution entre ces équations. La méthode permet d'étendre au second ordre le procédé d'intégration par séparation des variables; elle s'applique à des cas où la méthode de Darboux serait en défaut.

Elasticité. 1. M. *Benjamin Meisel* établit, entre autres, le résultat suivant : la tension formée dans un corps plan élastique isotrope multiconnexe sous l'effet d'une force appliquée en un point d'une ouverture intérieure peut être représentée comme somme de deux fonctions, dont l'une dépend exclusivement de la situation de la force, et l'autre des constantes élastiques du corps.

2. Généralisant des résultats de Galerkin, Hertz, Boussinesq et Savin, M. *P.-F. Papcovitch* donne deux formules qui représentent à l'aide de fonctions harmoniques la solution des équations fondamentales d'équilibre de Lamé.

Electronique. Dans la théorie de l'électron magnétique de Dirac, les densités de moment magnétique et de moment électrique s'expriment, ainsi que le spin, par trois vecteurs, $\vec{I}$, $\vec{J}$ et $\vec{\sigma}$. Pour un électron animé d'une vitesse voisine de celle de la lumière, M. *Louis de Broglie* observe que $\vec{I}$ devient normal à $\vec{J}$ et à la direction de propagation sur laquelle se couche $\vec{\sigma}$; $\vec{I}$ et $\vec{J}$ sont alors disposés comme les champs de l'onde électromagnétique lumineuse. Appliquant alors les mêmes équations au photon, et superposant des ondes de même direction, l'Auteur

retrouve par cette voie les vecteurs de l'onde électromagnétique lumineuse.

Calcul des probabilités. L'évolution stochastique d'un système est définie par une matrice de probabilités de passage; dans le cas où il existe des sauts brusques de probabilité, cette matrice est donnée par une intégrale de Volterra-Stieltjes qu'étudie M. *Gr.-C. Moisil.* — Une théorie analogue s'applique à l'équation de Chapman.

René Garnier.

Physique

Activation de la matière par les rayons X. — Le physicien Smits a signalé, il y a quelques années que le plomb présentait de faibles propriétés radioactives à la suite d'une irradiation par les rayons X. Plus récemment, M. Pokrowski (*The Physical Review*, 1er septembre 1931) a repris l'expérience précédente en se mettant à l'abri des causes d'erreur que pourrait entraîner une contamination radioactive. Pour ces mesures, l'auteur a utilisé un électromètre sensible, d'usage courant dans les études sur la radioactivité. Les plaques métalliques employées ont été soumises pendant 30 minutes à l'irradiation d'un tube de Coolidge à anode de tungstène travaillant sous 140 kv, en valeur efficace, et absorbant un courant de 2 mA. Dans ces conditions, l'auteur n'a observé aucune radioactivité dans des lames d'aluminium et de zinc; les autres métaux ont fourni des radioactivités très nettes exprimées en valeurs relatives par les nombres suivants :

étain 170	plomb 1390
tungstène 550	bismuth 1000
mercure 1120	

L'auteur a également mis en évidence la radioactivité de ces métaux en dénombrant les particules α émises par l'échantillon au moyen d'une méthode de scintillation. Il semble que les faits observés et, notamment, la radioactivité du métal soient produits par les particules émises par les éléments lourds après irradiation aux rayons X.

A. Bc.

Botanique

Quelques travaux récents sur la flore d'Alsace. — Les premières recherches sur la flore d'Alsace datent du grand ouvrage de Mappus, *Historia plantarum alsaticarum* (1742), et depuis la création du système de Linnée de la *Flore d'Alsace* (1870), de Maître Kirschleger, œuvre remarquable, guide précieux encore aujourd'hui. Depuis ces travaux anciens, de nombreuses modifications sont survenues dans la Flore d'Alsace, que les botanistes locaux n'ont pas manqué de signaler au cours de leurs prospections.

Les publications floristiques qui ont suivi l'emprise germanique sont assez nombreuses; ce sont les différents travaux publiés depuis le retour de l'Alsace à la France que nous nous proposons de passer rapidement en revue.

En ce qui concerne la flore proprement dite, l'indication des plantes peu connues ou nouvelles pour l'Alsace a été faite notamment par M. E. Walter (*Modifications survenues dans la flore d'Alsace et de Lorraine depuis* 1870; 1931) et par M. E. Issler (*Bulletin de la Société des sciences naturelles de Colmar*, 1932). Ce sont des plantes qui avaient échappé aux premiers botanistes herborisants ou des formes qui n'avaient pas été signalées. Certaines sont des espèces jurassiques qui ont émigré dans les Vosges schisteuses et porphyriques; d'autres, d'origine eu-atlantique, comme *Wahlenbergia hederacea* Reich, appartiennent à l'irradiation belgo-rhénane, ou à des essaims migrateurs partis du Massif central vers le Forez, le Morvan, la Côte-d'Or et le plateau de Langres.

Cependant, le nombre des espèces indigènes actuellement en recul paraît être beaucoup plus important que celui des espèces qui se trouvent en progression. Cette regression n'a pas une raison climatique, telle que l'évolution du climat alsacien dans le sens subatlantique, mais elle résulte de l'action de l'Homme (régularisation du cours du Rhin, assèchement des prairies et des étangs, aménagement intensif des forêts, surtout du temps allemand).

Quant aux plantes adventices, leur nombre croit chaque année, en même temps que leur origine devient de plus en plus hétérogène. Le plus grand nombre, une soixantaine environ, sont d'origine américaine; une trentaine sont méditerranéennes.

Pendant la Grande Guerre, les mouvements de troupes ont facilité la pénétration d'un grand nombre de plantes rudérales, prairiales et silvatiques; seules, se sont maintenues, celles qui peuvent supporter les grands froids de l'hiver (*Potentilla norvegica*, *Chærophyllum aureum*, *Campanula rhomboïdalis*, etc.).

D'autres espèces ont été naturalisées intentionnellement par l'Homme; ce sont celles notamment que H. Pétry s'amusait à introduire dans les stations naturelles, comme *Anchusa procera* et *A. italica*, dans les environs de Molsheim. Pour l'amélioration des herbages, peu de plantes introduites dans les Hautes Vosges, se sont maintenues.

Par contre, l'introduction de nombreuses essences forestières a été couronnée de succès, ex : *Pinus nigra*, *P. strobus*, *Quercus rubra*, etc. *Les Associations végétales des Vosges méridionales et de la plaine rhénane avoisinante* (1930) ont été l'objet de recherches poursuivies pendant quarante ans par M. Issler, qui reconnaît particulièrement trois associations d'arbres feuillus : l'Aulnaie, fréquente sur les bords du Rhin, la Charmaie, la Chênaie qui occupe les stations les plus chaudes et les plus sèches des Vosges.

Le Hêtre, toujours en lutte contre le Sapin, ne forme d'étage particulier que là où le Sapin succombe dans sa lutte contre les intempéries (Cf. *Die Buchenwälder der Hochvogesen*, par E. Issler, 1932). C'est le Sapin toutefois qui reste le roi de la forêt vosgienne, formant une ceinture qui entoure tout le massif éruptif des Vosges de 600 à 1.000 m. Quant à l'Epicéa, à l'état spontané, il reste refoulé sur tout le versant oriental dans quelques cirques glaciaires. La dénudation des sommets des Vosges ne daterait que du Moyen Age. Les garides des sols calcaires (notamment celles qui couronnent les hauteurs de Rouffach) résultent de la destruction de la Chénaie primitive; de même, les landes à Myrtilles et à Bruyères occupent les emplacements de la Sapinière détruite; elles sont constituées en grande partie par des espèces alpines et nordiques qui y ont trouvé refuge.

Ce sont de telles études de géographie botanique, conçues dans l'esprit de l'école zuricho-montpellieraine, et dont on ne saurait méconnaître l'intérêt scientifique, agricole et forestier, qui permettront de présenter pour toute la France, ce Prodrome que nous souhaitons voir bientôt s'édifier sous la direction des maîtres de la phytogéographie.

L. Hédin.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

La « Normandie ». — Le lancement du grand transatlantique *Normandie*, effectué le 29 octobre dernier aux Chantiers de Penhoët, est certainement l'un des événements les plus considérables de l'actualité maritime. Ce navire aux dimensions énormes, qui a nécessité l'établissement d'une cale spéciale et en vue du passage duquel le bassin de Penhoët a été doté d'une nouvelle formetonnes. Ce poids n'avait pas encore été atteint jusqu'à ce jour. En outre, l'opération du lancement se trouvait compliquée du fait de la faible profondeur de l'eau : bien que l'on eût choisi l'époque de l'une des plus hautes marées de l'année, la pleine mer ne devait donner que 16 m. 20 de profondeur, ce qui réduisait la différence au-dessous de la quille à 1 m. 20 seulement. Enfin, il fallait pouvoir arrêter cette masse énorme très rapidement, sous peine de l'échouer dans la vase, ce qui limitait le parcours du navire, à partir du moment où il devait se trouver à flot, à 400 mètres.

Le lancement a été effectué un peu avant 3 heures, soit environ 20 minutes avant l'heure fixée, afin de profiter des conditions les plus favorables en raisons des vents régnants. Le navire est parti sans effort, sans aucun des incidents qui ont marqué parfois des opérations considérablement moins difficiles.

Les dimensions de la *Normandie* sont les suivantes :

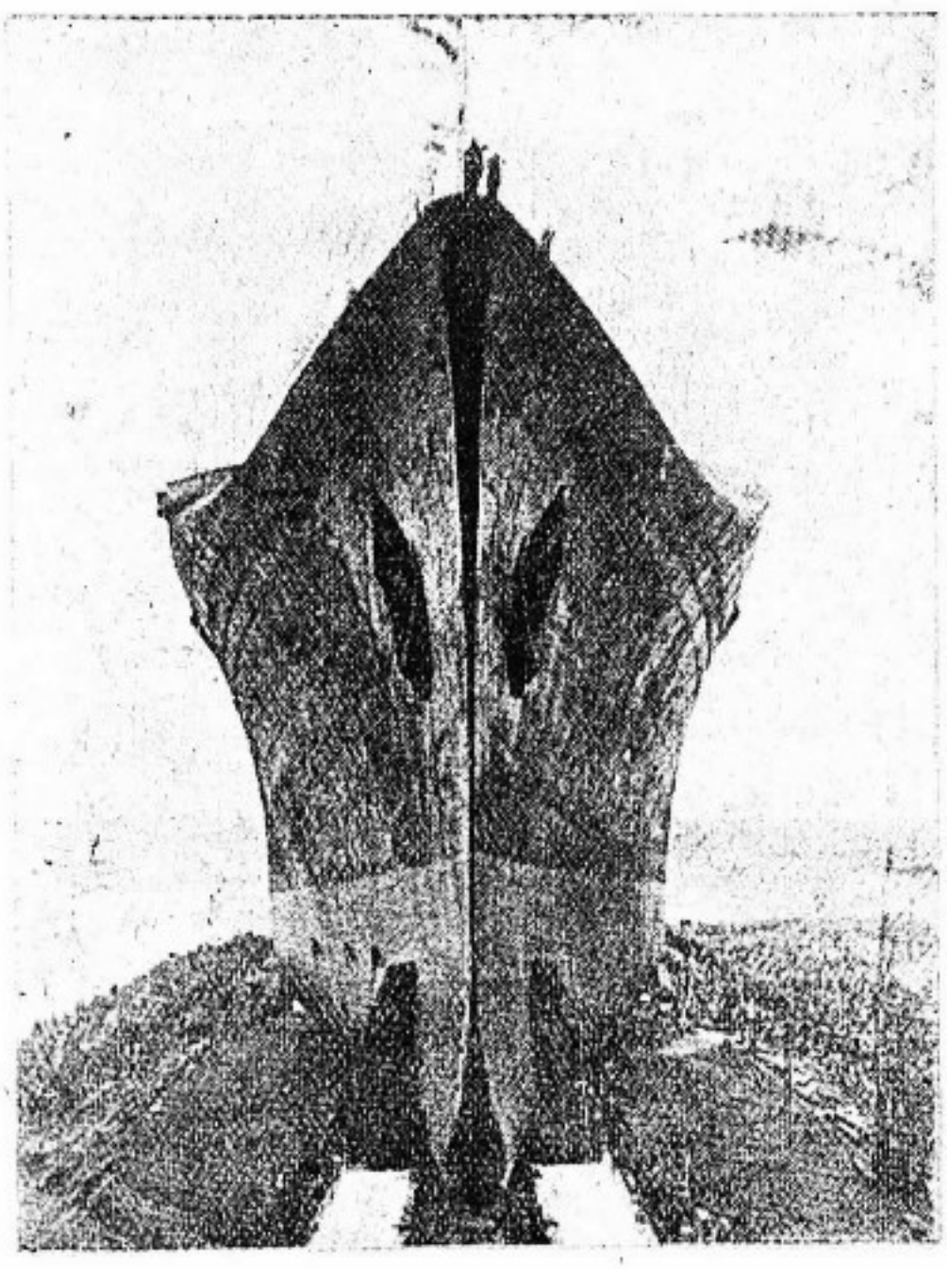


Fig. 1. — Lancement de la *Normandie*.

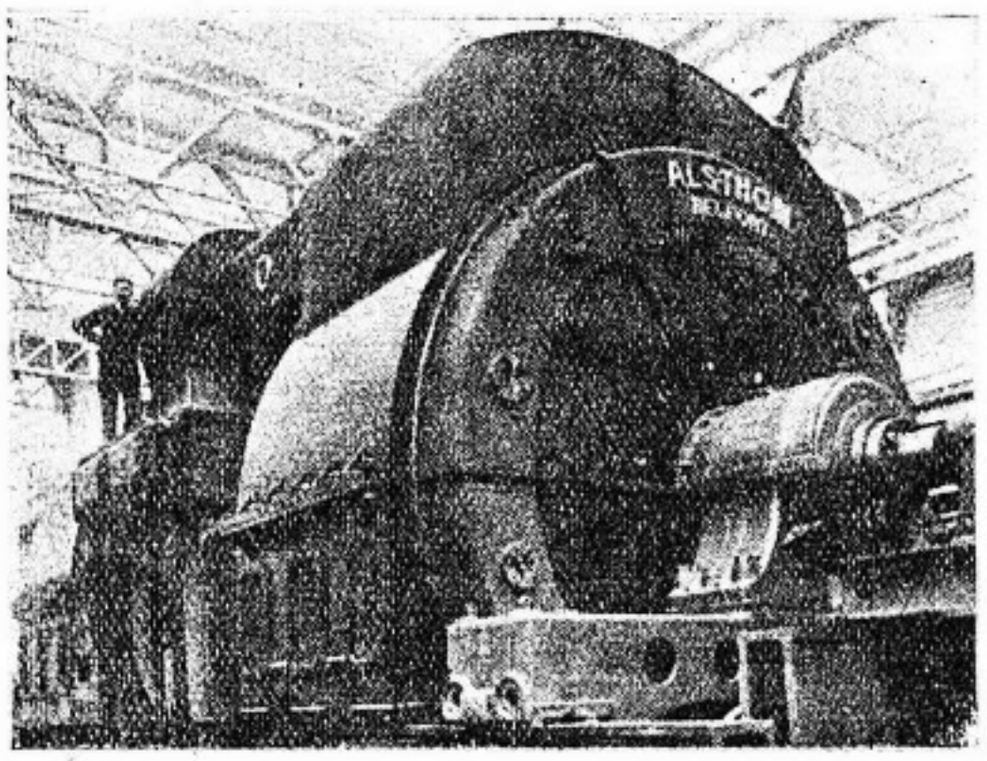


Fig. 2. — La *Normandie*. — Moteurs de propulsion type 40.000 C.V. à 238/248 tours. (Constructeur : Société Alsthom).

écluse de 350 mètres, qui représente à elle seule un ouvrage bien digne de retenir l'attention, a eu le privilège de défrayer, dès le début de sa construction, les chroniques les plus diverses. Que n'a-t-on pas écrit sur cette colossale et mystérieuse *Normandie* (primitivement *Super-Ile-de-France*), tantôt en exaltant l'œuvre magnifique des ingénieurs, tantôt en condamnant impitoyablement un projet jugé trop grandiose, que l'on vouait sans rémission à la plus retentissante faillite.

Le point de vue de la technique scientifique, qui est le seul à devoir être envisagé ici, me dispensera fort heureusement d'entrer dans aucune considération sceptique ou désabusée, puisqu'à cet égard, la *Normandie* qui sera jusqu'à nouvel ordre le plus grand transatlantique du monde (à une trentaine de mètres près), constitue sans discussion possible le plus considérable effort qu'ait fourni notre industrie. On se souviendra que le poids du navire au lancement s'élevait à 30 500 tonnes, ce qui porte, en y comprenant le berceau, la masse totale à près de 32 000 longueur hors tout 313 m. 75 (293,20 entre perpendiculaires) ; largeur extrême 36 m. 40 ; tirant d'eau 11 m. 16 pour le déplacement de 67 500 tonnes. Le tonnage brut est d'environ 75 000 tx et la portée en lourd de 12 000 tonnes.

La coque est divisée par onze cloisons étanches transversales ; deux cloisons longitudinales s'étendent sur toute la longueur des appareils moteur et évaporatoire. Le nombre des ponts est de onze, dont cinq complets. Cette coque, dont le poids mort atteint environ 30 000 tonnes, est construite pour la plus grande partie en acier doux à 45 kgs ; un acier à haute résistance à 60 kgs, dont le poids dans la construction représente environ 5 000 tonnes, a été utilisé pour les ponts de résistance, le bordé à hauteur de ceux-ci, ainsi que le bordé extérieur des fonds.

L'étrave, l'étambot, les supports d'arbres, construits aux usines *Skoda*, sont des pièces de dimensions exceptionnelles. La figure 1 ci-contre montre l'étambot, dont

le poids brut, avant usinage, s'élevait à 123 000 kgs; l'acier destiné à la coulée de cette pièce a été préparé simultanément dans trois fours Martin et la confection du moule a exigé environ 50 tonnes de matériaux. Le refroidissement a demandé près d'une semaine.

On a adopté pour le tracé de la carène avant du navire la forme dite à *bulbe*, employée déjà pour les grands transatlantiques rapides allemands et italiens, et qui présente des avantages appréciables du point de vue de la résistance à la marche ainsi que de la tenue à la mer.

Le nombre des passagers sera de 2 170 (930 en première, 680 en classe touriste, 560 en troisième). L'équipage comprendra 1.320 personnes.

La *Normandie* est le premier paquebot français à propulsion électrique; c'est en même temps l'application la plus importante de ce système réalisée jusqu'à ce jour sur un navire de commerce. Alors que les plus fortes puissances réalisées sur les paquebots électriques récents ne dépassent pas 28 000 C.V., les appareils de la *Normandie* pourront en développer 160 000. L'appareillage électrique, construit par la Société Alsthom, comprendra quatre turbo-alternateurs de 34 200 kilowatts, tournant à 2 430 tours et fournissant du triphasé à 5 500-6 000 volts. Ce courant alimente quatre moteurs de propulsion, actionnant chacun un arbre d'hélice; chaque moteur développe 40 000 C.V. à 238-248 tours. Les turbines actionnant les alternateurs sont analogues à celles des grandes centrales; elles ont été construites à Belfort par la Société Alsthom; l'ailetage des turbines est en acier A.T.V. (fourni par la Société Commentry-Fourchambault, pour un poids total de plus de 65 tonnes).

L'appareil évaporatoire comprend 29 chaudières à tubes d'eau, fournissant la vapeur à 28 kgs et à 360°; ces chaudières sont du type Penhoët adopté pour le *Champlain*. Le volume des soutes à mazout est de 9 500 tonnes, soit un approvisionnement suffisant pour assurer la plus grande partie de la traversée aller et retour; le bâtiment fera son plein à New-York et embarquera au Havre le complément nécessaire, selon la vitesse adoptée.

En effet, la vitesse maxima de 28 à 29 nœuds ne sera probablement pas maintenue toute l'année; une allure réduite, de 23 à 24 nœuds pourra suffire pour le service d'hiver; dans ces conditions, il suffirait d'utiliser deux des quatre turbo-alternateurs. C'est d'ailleurs là un des avantages les plus certains de la transmission électrique : la vitesse réduite sera assurée par les deux alternateurs tournant à leur allure de régime normale, avec un taux de consommation aussi satisfaisant, résultat que ne donneraient pas les turbines à engrenage des types ordinaires.

On sait que les transatlantiques de luxe actuellement en service réalisent pour la plupart des vitesses de 23 nœuds, ce qui porte la durée de la traversée New-York-Cherbourg (3.160 milles) à six jours. Seule, l'ancienne *Mauretania* de 1907 atteint 25 à 26 nœuds. L'entrée en ligne des *Bremen* et *Europa*, du Norddeutscher Lloyd, a élevé d'un échelon sensible la vitesse des records transatlantiques, qui était demeurée pour un temps stabilisée. Ces paquebots, déplaçant environ 52 000 tonnes et mesurant 286 mètres hors tout, développant environ 120.000 C.V., ont inauguré la catégorie des navires à 27-28 nœuds, effectuant la traversée en cinq jours. La construction des paquebots italiens *Rex* et *Conte-di-Savoia* a suivi de quelques mois; ces navires, tout récemment mis en service, réalisent le même programme que le *Bremen* avec une longueur de 268 m. et un déplacement analogue. L'Angleterre n'avait pas cru devoir rester en arrière; toutefois, la construction du « cunarder » commandé aux chantiers Brown, de tonnage et de vitesse équivalents à ceux de la *Normandie*, a été suspendue pour raisons financières. La *Normandie*, avec un tonnage un peu plus fort et sa puissance de 160 000 CV., pourrait soutenir l'allure de 28 à 30 nœuds et ses caractéristiques ne paraissent guère discutables si l'on envisage le programme qui lui était assigné. Sa réalisation marque en tout cas une date mémorable, qui intéresse toute une partie de la grande industrie française. Un jour viendra d'ailleurs peut-être, où les colosses de « cinq jours » seront invoqués, comme exemple d'exploitation prudente, à l'encontre de projets plus audacieux, inspirés par de nouveaux progrès de la métallurgie et de la mécanique.

LOUIS BASSO.

Industrie chimique

L'industrie du brome en France. — Nous connaissons le développement pris par la production du brome aux Mines de potasse du bassin de Mulhouse et quoique la crise économique ait empêché la marche ascendante et que les 500 tonnes déjà produites en 1930 restent stationnaires, il faut tout de même noter un accroissement sérieux dans la capacité de production des usines; celle qu'on vient tout dernièrement de mettre en route à la mine Théodore est capable, à elle seule, de fournir journellement une tonne de brome.

D'ailleurs les usages du brome s'élargissent de jour en

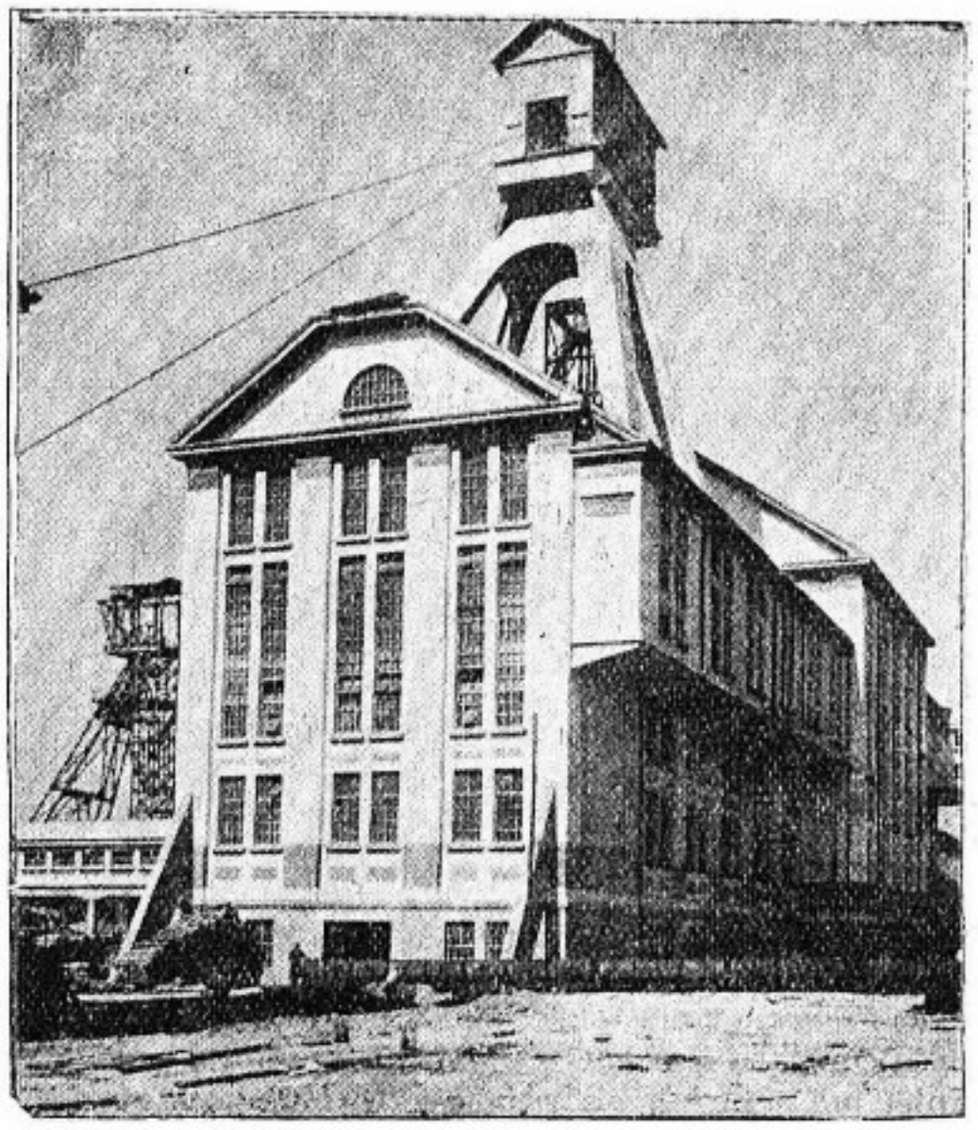


Fig. 1
Puits Rodolphe II des mines de Kali-Sainte-Thérèse

jour et nul doute qu'avec la reprise industrielle ces usines puissent travailler à plein rendement; car si, en France, l'industrie du brome est née de la guerre, les débouchés du temps de paix s'affirment de plus en plus.

Rappelons néanmoins que le brome a servi à la fabrication des gaz de combats tels que :

le bromure de benzile $C^6AC^5H^2Br$ qui est un lacrymogène ;

le bromacétone $CH^3CO\text{-}CH^2Br$ qui est suffocant ;

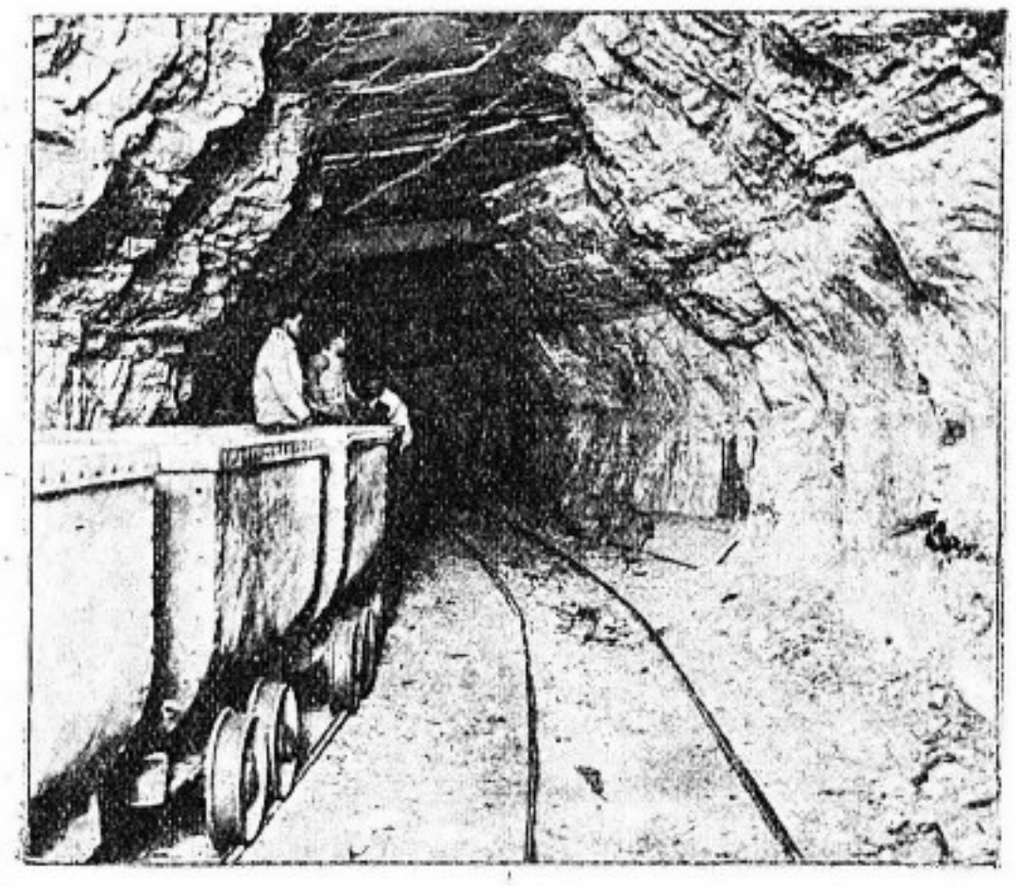


Fig. 2. — Galerie principale d'une mine de potasse

le bromométhyl éthylacétone $CH^3CO\text{-}CHBrCH^2$: suffocant ;

la dibromoéthylarsine $C^2H^5AsBr^3$: sternutatoire et toxique :

le nitrile phénylacétique et bromé $C^6H^5CHBr\text{-}CN$: toxique :

Aujourd'hui le brome est utilisé dans la fabrication des

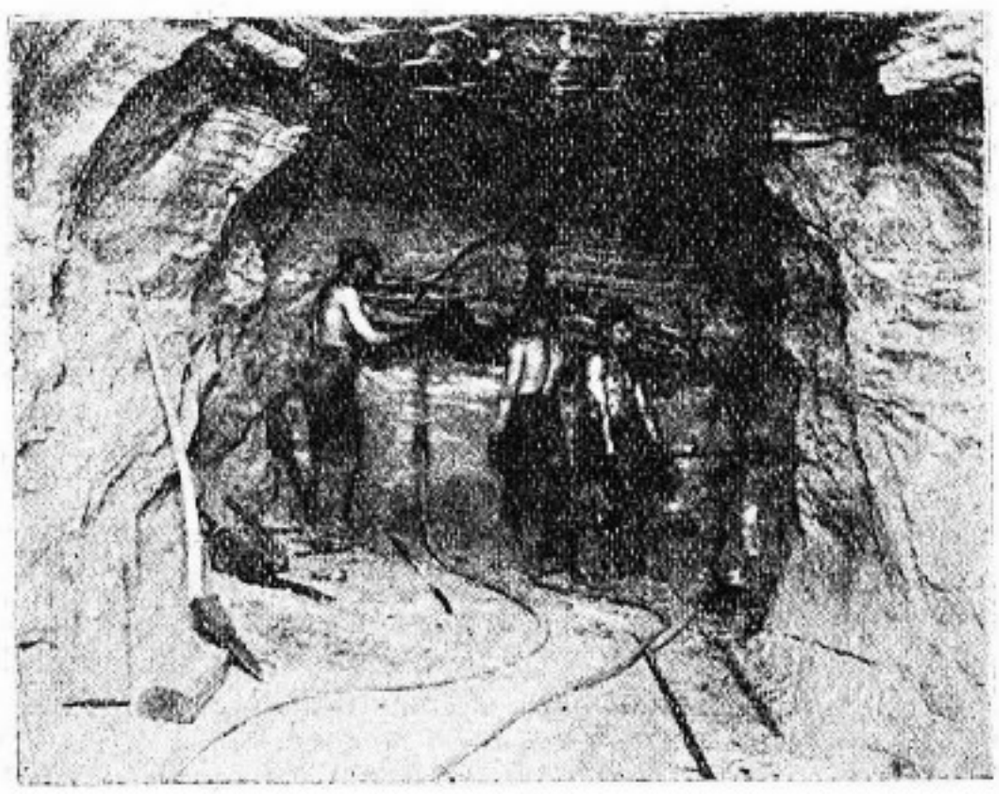


Fig. 3. — Laveuse en action

divers bromures de fer, de sodium, de potassium, de baryum et d'ammonium ; il sert dans l'industrie des colorants, dans celle des produits pharmaceutiques et dans les laboratoires de photographie ; les Etats-Unis l'emploie de plus en plus en l'incorporant aux essences minérales comme antidétonant ; ils passent par l'intermédiaire d'un corps spécial appelé *éthyl fluid* que l'on obtient par le mélange de trois cinquièmes de plombtétraéthyle avec deux cinquièmes de bromure d'éthylène. On a calculé qu'il faudrait annuellement plus de 4.000 tonnes de brome pour traiter seulement le dixième des essences consommées en Amérique du Nord.

Nous sommes loin, aujourd'hui, de 1915 où, dépourvu de ce métalloïde pour répondre aux attaques allemandes,

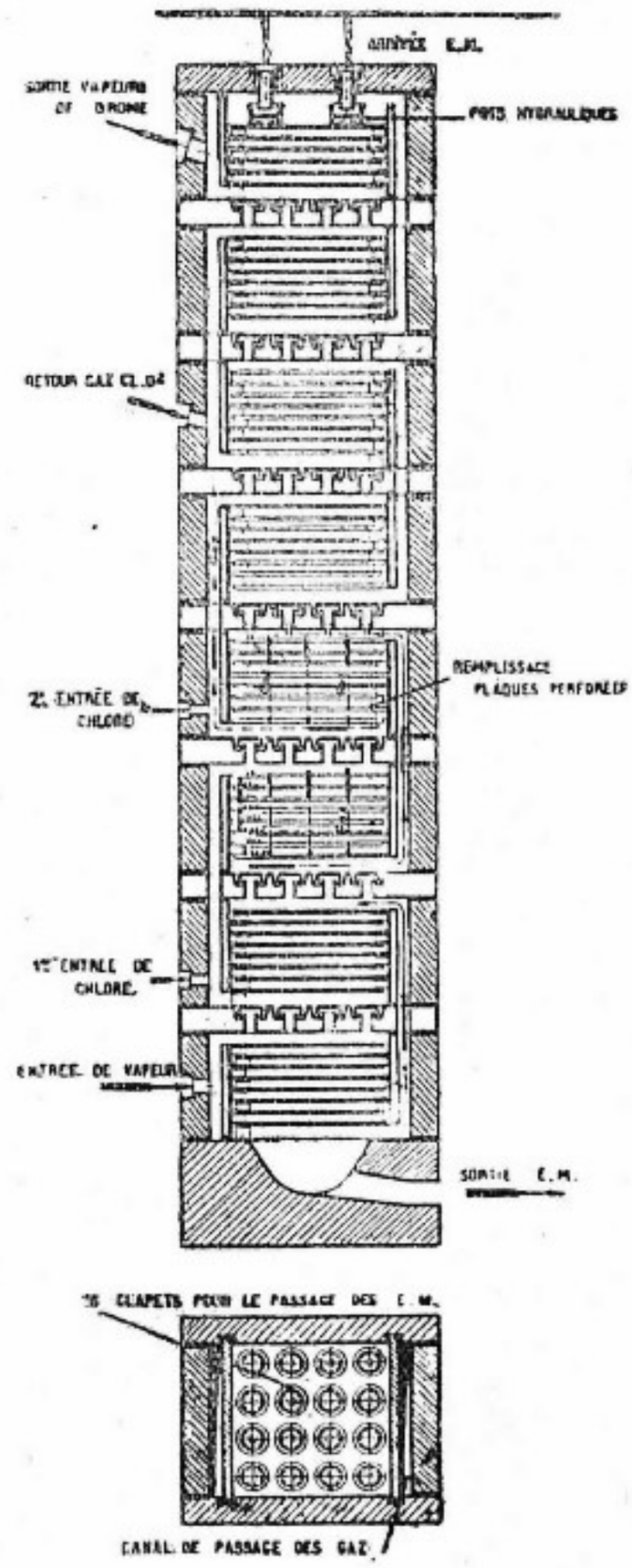


Fig. 4. — Détail de la colonne de traitement, dite colonne de Kubiersky

il fallut accomplir le prodigieux tour de force des usines de la Sebkah el Mellah, en plein désert, à 600 kilomètres au sud de Tunis. Les eaux de ce lac africain sont concentrées par la chaleur solaire et renferment en moyenne 3 gr. 24 de brome par litre, c'est-à-dire à peu près autant qu'un volume d'eau de mer quarante fois plus élevé.

Les eaux mères des Mines de potasse d'Alsace, après concentration des sels de potassium, renfermaient, au début, de 3 grammes à 3 gr. 8 de brome par litre, mais une sorte d'équilibre s'est établi entre le brome extrait et le brome dissous et aujourd'hui la teneur moyenne a été ramenée à 2 gr. 3.

Le procédé d'extraction du brome est basé sur son dé-

placement par le chlore gazeux, celui-ci étant mis en contact avec les eaux mères préalablement chauffées à leur température d'ébullition. Les appareils utilisés sont à fonctionnement continu ; ce sont des colonnes en lave de Volvic, dites colonnes de Kubiersky, du nom de leur inventeur, dans lesquelles les eaux mères sont introduites par le haut à 75° environ, elles s'écoulent ensuite vers le bas tandis qu'un courant de vapeur vive injecté à la base les amène à la température voulue (entre 106° et 111°). Le chlore nécessaire à la réaction est injecté en un point déterminé de la colonne et libère le brome qui s'échappe par le haut vers des appareils de condensation (fig. 4 et fig. 5).

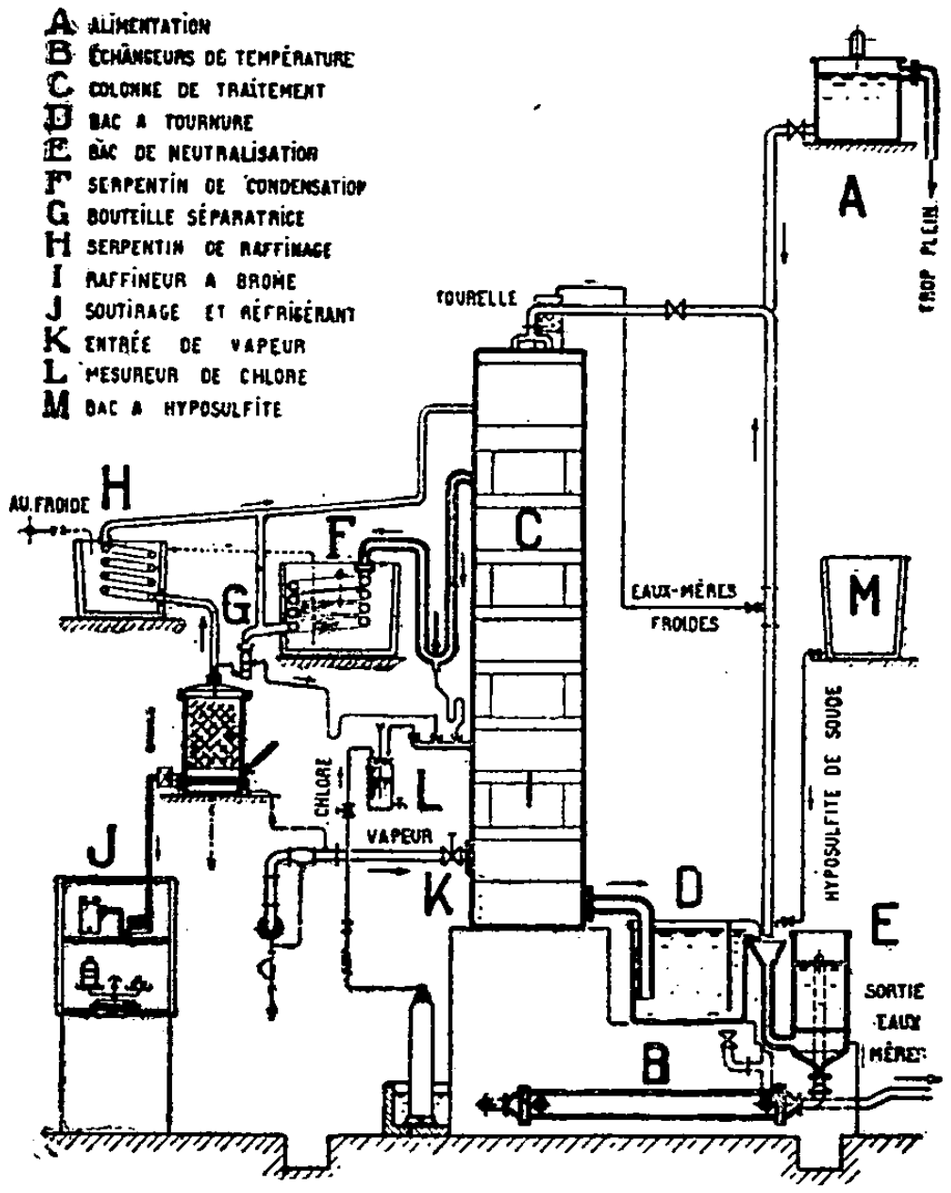


Fig. 5. — Ensemble de la préparation du Brome.

L'originalité de la colonne est d'être divisée en compartiments horizontaux dont le bas de chacun communique par un tube vertical avec le haut de celui qui lui est superposé. De ce fait, les gaz et vapeurs arrivant par le bas sont donc obligés de parcourir tous les compartiments en courant descendant, c'est-à-dire en parallèle avec les eaux-mères qui, elles, passent d'un compartiment à l'autre par gravité et au moyen de vannes hydrauliques.

Les Mines de potasse d'Alsace sont donc devenues non seulement un fournisseur mondial de fertilisants pour l'agriculture, mais elles seront demain un gros pourvoyeur de l'industrie chimique, sans compter que, le cas échéant, elles participeront à la Défense nationale.

V. Charrin.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 14 novembre 1932

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Brelot.* — **Sur l'étude des singularités ponctuelles des fonctions sous-harmoniques.**

— *Humbert* (prés. par M. H. Villat). — **Sur les fonctions de Bessel-intégrales.**

— *Pompeiu* (prés. par M. H. Villat). — **Sur un théorème analogue à celui de Rouché relatif aux zéros des fonctions holomorphes.**

GÉOMÉTRIE. — *Potron* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur les espaces de Riemann admettant un groupe de transformations isométriques à n (n + 1) /2 paramètres.**

CALCUL MÉCANIQUE. — *N. Apraxine* (prés. par M. d'Ocagne). — **Machine à calculer mue électriquement.**

ÉLASTICITÉ. — *B. Galerkin* (prés. par M. Mesnager). — **Solution générale du problème de l'équilibre élastique d'un cylindre circulaire creux et d'une partie du cylindre.**

RÉSISTANCE DE MATÉRIAUX. — *R. de Fleury, H. Portier* et *S. Benmakrouha* (prés. par M. Mesnager). — **Influences comparées et réciproques des valeurs individuelles, pour chaque alliage et par chaque état d'alliage, du module d'élasticité, de la limite élastique et de la densité sur les dimensions des poutres et éléments de charpente en flexion.**

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *L. de Broglie* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur le champ électromagnétique de l'onde lumineuse.**

— *Goldstein* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur la théorie quantique de la diffusion des électrons.**

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *A. Marcelin* et *D. G. Dervighian* (prés. par M. J. Perrin). — **Mesure directe de la pression superficielle des solutions superficielles formées par des substances solubles.**

Les auteurs décrivent une méthode permettant l'étude directe de l'état instantané d'une solution superficielle d'un corps soluble, surnageant une solution de ce même corps, et de mesurer la pression superficielle instantanée de cette solution superficielle. L'application de cette méthode leur a permis d'aborder l'étude de l'équilibre solution-solution superficielle.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Ch. Maurain* et *J. Devaux.* — **Etude sur la conductibilité électrique et les noyaux de condensation atmosphérique au cours d'un voyage au Groendland.**

Les mesures sur la conductibilité électrique sont données dans un tableau, mais elles sont encore trop peu nombreuses pour que les auteurs aient pu en déduire des remarques sur le rôle des circonstances météorologiques.

L'étude des noyaux de condensation a montré qu'ils sont nettement moins nombreux au Groenland qu'en mer pendant le voyage, surtout à terre.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *E. Mathias.* — **Sur le choc en retour.**

L'auteur démontre que, contrairement à ce qu'enseignent les traités classiques, les cas de mort par le choc en retour sont extrêmement rares.

OPTIQUE. — *P. Rouard* (prés. par M. CH. Fabry). — **Sur le pouvoir réflecteur des métaux en lames très minces.**

Les résultats indiqués pour l'or montre que le pouvoir réflecteur pour la réflexion dans le verre sur le métal passe

pour chaque longueur d'onde, par un minimum extrêmement faible puisqu'il peut atteindre la valeur 0.002. Ce minimum se produit pour une épaisseur d'autant plus grande que la longueur d'onde est plus petite. Il en résulte qu'un faisceau de lumière blanche qui a subi une réflexion dans le verre sur le métal, présente pour ces faibles épaisseurs des colorations variées.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Ch. Bedel* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur le coefficient de température de résistivité électrique du siliciume et un phénomène thermo-électrique des substances unipolaires.**

En utilisant des fragments compacts de silicium qui ne renfermaient que 0,1 p. 100 de fer l'auteur a trouvé que la résistivité du système silicium-électrodes va sans cesse en décroissant régulièrement depuis la température ordinaire jusqu'à 400°, sans qu'on puisse remarquer la discontinuité dans le phénomène. Au contraire avec du silicium contenant 1,8 p. 100 de fer, il a observé un minimum vers 210°. A une température plus élevée le coefficient devient positif.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Sanfourche* et *B. Focet* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le sel de calcium d'un acide complexe ferro-phosphorique.**

— *F. Gallais* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'iodomercurate de potassium.**

L'auteur a cherché à suivre la formation des iodomercurates de potassium, pouvant exister en solution, par des mesures de conductibilité électrique. Il a suivi la variation de conductibilité d'une solution étendue d'iodure de potassium au cours de sa réaction avec une solution de bichlorure de mercure. Cette réaction avait été proposée pour la première fois par Maroscau en 1832.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *L. Jacqué* (prés. par M. G. Charpy). — **Sur l'altération des aciers par l'hydrogène.**

L'auteur a étudié l'influence de divers facteurs, température, pression et durée d'action de l'hydrogène, sur la constitution chimique et microscopique de l'acier et sur ces propriétés mécaniques. Cette Note concerne quelques observations sur le mécanisme d'une des formes principales de l'altération, la décarburation qui a été suivie par simple examen micrographique des sections droites des échantillons traités, au cours d'essais préliminaires effectués sous une pression uniforme de 150 kg./cm².

CHIMIE ORGANIQUE. — *M. Lesbre* (prés par M. Urbain). **Sur un complexe argento-guanidinique imparfait.**

— *R. Levaillant* (prés. par M. Urbain). — **Actions des chlorures d'acides sur les éthers orthoformiques. Préparation des éthers symétriques de l'acide sulfurique.**

— *G. Barzens* (prés. par M. A. Béhal). — **Nouvelle méthode de synthèse glycidique d'aldéhyde.**

— *Lespieau* et *Wiemann* (prés. par M. Matignon). — **Synthèse de l'allodulcite.**

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *J. Milon* (prés. par M. Cayeux). — **Sur l'ancienneté de la dépression du golfe du Morbihan.**

On a fait remonter au Crétacé l'origine du Golfe du Morbihan. Mais le Crétacé qu'on y a signalé ne paraît pas être en place; les blocs de craie à silex sont associés à de nombreux autres échantillons de roches provenant également de délestages. Les grès éocènes ont eu anciennement une grande extension dans toute la région littoral du Mar-Craz, et dans le Golfe du Morbihan, qui devrait être une cuvette préeocène comme celle de Toulven et comme la grande dépression : Grande-Brière-Campbon-Saffré.

— *G. Dubar* et *H. Termier* (prés. par M. Jacob). — **Sur les faciés du Lias inférieur au Toarcien dans le Moyen-Atlas marocain.**

La Mer, qui resta néritique durant presque tout le Lias entre El Hajeb et Itzer, s'approfondissait graduellement vers l'Est et devint bathyale, à partir du Domérien, dans la région de Berkine.

CYTOLOGIE. — *P. Joyet Lavergne* (prés. par M. d'Arsonval). — **Pouvoir oxydant, chondriome et sexualisation cytoplasmique chez les Champignons.**

Chez un *Saprolegnia*, chez *Pythium de Baryanum*, l'action de divers leucodérivés permet de mettre en évidence le pouvoir oxydant du chondriome et du nucléole. Il en est de même chez les gamètes, mais on constate chez le gamète mâle un pouvoir oxydant plus élevé que chez le gamète femelle, cette différence témoignant une fois de plus de l'existence de qualités physico-chimiques liées à la sexualité.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *M. Molliard.* — **Tubérisation aseptique et caractères morphologiques résultant de l'action des aliments sucrés sur l'Oignon (Allium Cepa L).**

Le phénomène de tubérisation peut être obtenu, en dehors de l'intervention de tout micro-organisme, quand la plante dispose d'une quantité suffisante d'aliments. En absence de sucres, on peut encore observer la formation de bulbes, mais de moindre volume. Peut-être cette faible tubérisation est-elle due à l'absence de micro-organisme? En présence de Champignons, la tubérisation est plus marquée, sans qu'il y ait symbiose, parce qu'il y a dégagement de CO^2 que l'appareil chlorophyllien utilise. Dans les conditions spéciales de culture réalisées, on constate des modifications morphologiques intéressantes. Le bulbe, normalement tuniqué, devient écailleux quand la culture se fait sur milieu gélosé comportant 10 % de saccharose et en milieu confiné. De plus, dans ces conditions, on constate l'apparition de chloroleucites dans les radicelles lorsque les cultures sont exposées à la lumière.

— *J. Beauverie et Mlle S. Monchal* (prés. par M. Molliard). **La vie des plantes vertes en atmosphère confinée.**

Des plantes vertes enfermées avec du terreau humide en vases de verre parfaitement scellés et exposés à la lumière peuvent vivre plusieurs années (jusqu'à 3 et 4 ans). Il y a accroissement et augmentation de poids; des plantes introduites dans ces récipients à l'état adulte y peuvent fleurir et la fécondation peut s'effectuer. Le CO^2 provient de l'oxydation lente du terreau; l'O^2 provient des sels oxygénés du terreau. L'eau est soumise à un cycle; mais il y a là un facteur limitant du développement parce qu'une partie de l'eau sert aux synthèses de la plante. L'atmosphère subit au cours du jour et de la nuit des variations assez importantes. Les petits animaux enfermés avec les plantes survivent.

— *M. Gracanin* prés. par M. G. Bertrand). — **Contribution à l'étude de la relation entre la transpiration et la résorption des ions.**

On a étudié ici le parallélisme de la résorption de l'ion phosphorique par la plante et de la transpiration. Il n'y a pas de relation entre les deux phénomènes. La nutrition des plantes par les sels nutritifs ne dépend pas de l'in-

tensité de la transpiration, comme l'admettent divers auteurs.

GÉNÉTIQUE. — *M. Simonet* (prés. par M. Blaringhem). — **Nouveaux hybrides interspécifiques chez les Iris et leur étude cytologique.**

De nouveaux hybrides ont été obtenus, par l'auteur, entre plantes offrant des nombres chromosomiques différents. Chez tous, on retrouve la somme des compléments chromosomiques haptoïdes des parents avec persistance de l'entière individualité des chromosomes. Certains des hybrides obtenus sont peut-être identiques aux *Iris intermédiaires* obtenus par d'autres auteurs. Deux hybrides ont été obtenus entre espèces diploïdes et tétraploïdes.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *J. Cantacuzène* et *A. Tchekirian.* — **Sur la présence du vanadium chez certains Tuniciers.**

L'organisme de nombreux Tuniciers est capable de concentrer dans leurs tissus le vanadium, qui n'existe dans l'eau de mer qu'en proportion infinitésimale. La teneur des cendres en vanadium, chez les espèces étudiées, varie de 0,05 à 15,4 pour 100. Le vanadium est plus abondant chez les individus jeunes que chez les adultes. Le métal se trouve à l'état de grains à l'intérieur des cellules « araignées » de la tunique et à la périphérie des gros éléments vacuolaires dispersés dans celle-ci; on en trouve également dans les amibocytes migrateurs. La présence de fer et de vanadium, à l'exclusion du cuivre, chez ces animaux, amène à penser que, chez eux, fer et vanadium assurent le rôle de catalyseur respiratoire que le cuivre remplit chez la plupart des autres Invertébrés.

ZOOLOGIE. — *A. Dehorne* (prés. par M. Caullery). — **Nouvelles observations sur la multiplication asexuée d'une Annélide du genre *Dodecaceria*.**

La schizométamérie des *Dodecaceria* n'est pas suivie de *cténodrilisation*. Le métamère adulte qui s'isole bourgeonne et donne, en avant et en arrière, une série de segments. Puis cet organisme, après avoir vécu quelque temps, se fragmente en trois pièces; la partie antérieure et la partie postérieure, en voie de croissance, poursuivent leur évolution. Le métamère adulte générateur bourgeonne une deuxième fois, à ses deux extrémités, et les segments de nouvelle formation se détachent. Le métamère générateur paraît alors destiné à disparaître.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *E. Rabaud* et *L. Verrier.* — **L'évacuation des gaz de la vessie natatoire et le fonctionnement du canal pneumatique.**

Des poissons dont on a ligaturé le canal pneumatique sont soumis à des décompressions et recompressions au cours desquelles on observe les variations de volume de la vessie natatoire. La poche se vide et l'animal se comporte comme lorsque le canal pneumatique n'est pas ligaturé. Il aurait donc un rôle négligeable dans les variations de volume de la vessie; ces variations dépendent avant tout de la perméabilité des parois de la vessie, plus perméables que le canal. Il y a donc là un simple phénomène physique à la suite duquel une partie des gaz contenus dans la vessie passe dans la cavité générale ou est reprise par les tissus du Poisson.

EMBRYOGÉNIE. — *P. Wintrebert* (prés. par M. Caullery). — **Les deux phases de la segmentation et la théorie du morcellemeni chez les Amphibiens.**

On admet généralement que, chez les Amphibiens, la segmentation de l'œuf n'est qu'un découpage laissant en place les localisations germinales fixées par la fécondation. L'étude du *Discoglossus pictus* conduit à une interprétation différente. Dans la phase métabolique, qui succède à la phase protoplasmique, la segmentation n'est pas un morcellement : il y a transformation précoce de certains constituants cellulaires, placés au plus haut de la zone marginale de Götte, dans les macromères palissadiques dorsaux, point de départ des divisions accélérées qui mènent à la gastrulation.

M. Mascré.

NOUVELLES

Cours d'Astronomie populaire. — Les cours auront lieu tous les jeudis, à partir du 12 janvier jusqu'au 16 février inclus, sur : la *Terre et la Lune*, les *Planètes*, le *Soleil*, les *Etoiles*, les *Mouvements des Etoiles*, les *Nébuleuses spirales et les amas de Nébuleuses spirales*, les *Univers-Iles*.

Treize Conférences auront lieu les lundis, à partir du 9 janvier jusqu'au 3 avril inclus.

Les Cours et Conférences sont accompagnés de nombreuses projections.

En outre, tous les mardis et samedis à 21 heures, il y aura des séances d'*observations pratiques* sous la direction de MM. Sagot et Darney.

Les Cours, Conférences et Observations pratiques sont publics et gratuits, Hôtel des Sociétés savantes, 28, rue Serpente, Paris.

Institut américain de Physique. — Depuis quelques années, les sociétés américaines adonnées à la Physique et aux Sciences connexes cherchaient à établir entre elles des liens d'étroite coopération. Ce mouvement a conduit à la création de l'*American Institute of Physics* auquel ont adhéré les sociétés suivantes : The American Physical Society, the Optical Society of America, the Acoustical Society of America, the Society of Rheology, the American Association of Physics Teachers. Pour le moment, l'activité du nouvel institut portera sur les publications. Les sociétés délèguent à l'Institut la charge de la publication des journaux qu'elles cautionnaient auparavant : *Physical Review*, *Physics*, *Review of modern Physics*, *Journal of the Optical Society of America*, *the Review of Scientific Instruments*, *Journal of the Acoustical Society of America*, *Journal of Rheology*.

La direction scientifique des revues reste à la charge des sociétés, mais tous les détails de l'impression et de l'édition seront assurés par l'Institut. On espère trouver dans cet organisation une source d'économie. Deux autres fonctions importantes sont assignées à l'Institut : la coopération avec les sociétés restées en dehors du groupe fondateur, et l'extension d'un service d'information à la Presse.

Enfin, l'Institut entreprend une nouvelle publication qui sera appelée *Journal of Chemical Physics* et qui publiera des articles qui peuvent paraître trop mathématiques pour le *Journal of Physical Chemistry*, trop physiques pour le *Journal of the American Physical Society* et trop chimiques pour le *Physical Review*. Le premier numéro paraîtra en janvier 1933.

Les bureaux de l'American Institute of Physics sont situés : 11 East 38 th Street New-York city. (*Nature*).

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — THÉORIES PHYSIQUES : M. Francis Perrin, Maître de Conférences, traitera : *Des mécaniques statistiques et de leurs applications à la théorie des gaz usuels, du rayonnement isotherme et des gaz électroniques dégénérés*, les lundis et samedis à 10 h. 45 (Institut H. Poincaré : Amphithéâtre Darboux). Le premier cours a eu lieu le samedi 7 janvier 1933.

— *Soutenances de thèses de Doctorat.* — Les thèses suivantes ont été soutenues :

16 novembre. — M. Robert : « *Sur les formules généralisées de médiation et les équations intégrales singulières correspondantes.* »

23 novembre. — M. Pasquier : « *Recherches sur les équations* $s=(x, y—z, p, q)$ *intégrables par la méthode de Darboux* »; « *Les systèmes différentiels dont la solution dépend d'une fonction arbitraire d'un argument.* »

23 novembre. — M. Paul : « *Etude du penthème* 4—ol—i *et du pentanétriol* 1—2.5. »

26 novembre. — M. Ephrussi : « *Contribution à l'étude de premiers stades du développement de l'œuf. Action de la température.* »

29 novembre. — M. Féry : « *Etudes des propriétés électriques des couches minces de platine obtenues par pulvérisation cathodique.* »

30 novembre. — M. Mercier : « *Etude sur les Echinides du bathonien de la bordure occidentale du bassin de Paris.*

15 décembre. — M. Calvet : « *Mesures thermo-chimiques directes en chimie organique. Vitesses et chaleurs de saponification des amides.* »

20 décembre. — M. Couder : « *Recherches sur les déformations des grands miroirs employés aux observations astronomiques.* »

21 décembre. — Mme Cardieu-Blot : « *Les aspléniées du Tonkin.* »

22 décembre. — M. Yang Kieh : « *Contribution à l'étude géologique de la chaine de la Marche et du plateau de Algurande (N.W. du Massif Central français).* »

23 décembre. — Mlle Friant : « *Contribution à l'étude de la différenciation des dents jugales chez les mammifères. Essai d'une théorie de la dentition.* »

— MM. Brillouin et Dercims sont nommés Professeurs honoraires.

— Le titre de Professeur sans chaire est conféré à MM. Hackspill, Laugier et Toussaint, Maîtres de Conférences.

Muséum National d'Histoire Naturelle. — M. Guillaumin, Sous-directeur de laboratoire, est nommé Professeur titulaire de la chaire de culture, en remplacement de M. Bois, admis à la retraite.

M. Petit est nommé Sous-directeur du laboratoire de culture.

Le Bureau de l'Assemblée des Professeurs pour 1933 est constitué comme suit : M. Paul Lemoine, Directeur, M. Gravier, Assesseur, M. Allorge, Secrétaire.

M. Humbert est nommé Vice-Président de la Réunion des Naturalistes.

Deux postes de Sous-directeur de laboratoire sont actuellement vacants : 1° à la Cryptogamie; 2° à la Phanérogamie.

— COURS DE ZOOLOGIE (Reptiles, Batraciens et Poissons). — M. Louis Roule, Professeur, a ouvert son cours le 6 janvier 1933, à 15 heures, dans l'Amphithéâtre de Zoologie, et le continuera les mardi et vendrdi à la même heure.

L'enseignement sera divisé en deux parties :

1° Etude des larves et des alevins des poissons marins et d'eau douce ;

2° Leçons d'application de l'ichtiologie à la pisciculture et aux pêches. Ces leçons auront lieu au Laboratoire d'Ichtiologie et d'Herpétologie (ménagerie des reptiles) et seront annoncées ultérieurement.

Conservatoire National des Arts et Métiers. — Les conférences de l'année 1933 sont publiques. Elles auront lieu le dimanche à 14 h. 1/2, dans l'ordre suivant :

8 janvier. — Les matériaux modernes de construction, par M. Debes, ingénieur en chef des ponts et chaussées.

15 janvier. — Le travail des malades et des infirmes, par M. le Dr Ichok, directeur des services municipaux d'hygiène et d'assistance sociales de Clichy.

22 janvier. — La prévention des accidents du travail dans l'industrie et les grands aspects de sa réalisation pratique, par M. Ageron, directeur des fonderies de Foug.

29 janvier. — Les mines de potasse d'Alsace, par M. Bruno, directeur du service scientifique de la société des potasses d'Alsace.

5 février. — La mesure des couleurs et ses applications industrielles, par M. René Toussaint, ingénieur, ancien élève de l'Ecole polytechnique.

12 février. — Le problème de la population, par M. Landry, ancien ministre.

19 février. — L'essor économique de la France dans l'Afrique du Nord, par M. Ladreit de Lacharrière, professeur à l'Ecole des sciences politiques et à l'Ecole coloniale.

26 février. — La liaison entre les diverses formes de coopération, par M. Ernest Poisson, secrétaire général de la Fédération nationale des coopératives de consommation.

5 mars. — L'organisation du travail dans les ateliers ne travaillant pas en série, par M. Marcel Bloch, ingénieur en chef des services du matériel et des ateliers de la Compagnie des chemins de fer de Paris à Orléans.

12 mars. — Les récents progrès du chauffage des habitations : chauffage urbain et chauffage électrique, par M. Schereschewsky, ingénieur des Mines.

19 mars. — L'évolution de l'appareillage dans l'industrie chimique, par M. G. Chaudron, professeur à la Faculté des sciences et directeur de l'Institut de chimie appliquée de Lille.

26 mars. — La situation économique des métallurgies dans le monde, par M. Guillet, membre de l'Institut, professeur au Conservatoire national des arts et métiers, directeur de l'Ecole centrale des arts et manufactures.

2 avril. — L'ozone et ses applications industrielles, par M. de Lipkowski, ingénieur des arts et manufactures.

9 avril. — La protection de la vie et de la santé des agents des chemins de fer de l'Etat, par M. Pierre Lévy, ingénieur en chef attaché à la direction des chemins de fer de l'Etat.

Université de Montpellier. — *Faculté de Médecine.* — M. Cristol, Agrégé, est nommé Professeur de Chimie biologique, en remplacement de M. Derrien.

Le titre de Professeur sans chaire est conféré à M. Lamarque, Agrégé.

— *Faculté de Pharmacie.* — M. Mousseron est nommé Professeur de Chimie analytique et Toxicologie, en remplacement de M. Imbert.

Université de Rennes. — *Faculté des Sciences.* — M. Poisson, Maître de Conférences de Zoologie, est nommé Professeur de Zoologie, en remplacement de M. Bordes.

Université de Besançon. — *Faculté des Sciences.* — M. Trillat est nommé Professeur de Physique, en remplacement de M. Chaudier.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Leçons sur les fonctions entières ou méromorphes, par P. Montel, Professeur à la Sorbonne. In-8° de 116 pages (*Collection de l'Université de Cluj*). Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1932. — Prix : 30 francs.

La théorie des fonctions uniformes d'une variable imaginaire apparaît simple, ou compliquée, suivant que l'on observe ou néglige certaines nuances d'un rôle primordial : ainsi, en substituant la sphère de Riemann au plan complexe, ou si l'on préfère, en cessant de faire un sort au point à l'infini on ne se heurte à des singularités qu'à partir du moment où l'on attaque les fonctions méromorphes, qui prises à ce point de vue, prolongent directement les fonctions entières, par le fait de n'avoir, à leur exemple, qu'un point singulier. La distribution des points où f $(x+iy)$ prend une valeur donnée est solidaire d'une fonction (dite caractéristique) de la distance $\sqrt{x^2+y^2}$ ne pouvant varier que d'une quantité bornée, quand f subit une transformation homographique, révélant des lois d'équilibre entre la densité des points réalisant une valeur et la tendance à une convergence lente vers cette valeur, décelant enfin les valeurs exceptionnellés, suivant une conception très élargie.

Ces notions forment avec la théorie des familles normales et ses applications, les éléments essentiels du magistral exposé par lequel M. Paul Montel inaugure la collection de l'Université de Cluj, destinée à conduire les chercheurs au seuil même des régions où s'élabore la recherche mathématique. Et son éminent directeur, le Professeur P. Sergesco, a su donner dans sa rédaction une reproduction très soignée et très fidèle des leçons faites à Cluj par M. Montel en mai 1929.

Devant l'abondance des publications dans cette partie de la science,le présent livre apporte une véritable impression de soulagement et s'affirme comme un complément indispensable des traités classiques.

G. Bouligand.

Les Champignons parasites et les mycoses de l'homme, par Paul Vuillemin, Professeur à la Faculté de Médecine de Nancy. Grand in-8° de 290 pages, avec nombreuses figures (*Encyclopédie mycologique*). Paul Lechevalier et fils, Paris. — Prix : 75 francs.

Les travaux de l'auteur sont trop connus pour qu'il soit nécessaire de présenter longuement ce nouvel ouvrage. Celui-ci arrive vraiment à point car, ainsi que le fait remarquer M. Vuillemin, l'étude des champignons parasites a été poursuivie depuis cinquante ans avec une égale activité, soit par de cliniciens « peu versés dans la botanique », soit par des mycologues « à qui l'esprit médical était étranger, les uns et les autres ayant recueilli un nombre considérable de documents qui, actuellement, s'enchevêtrent en un fourré inextricable ». Biochimiste qui a eu la chance d'être aussi l'élève des grands cliniciens et d'éminents botanistes, je me permets de croire que ce « fourré » serait moins difficile à débrouiller si l'on avait plus souvent appelé à l'aide la chimie et la physique, ces sciences soucieuses de précision que tant de médecins et de biologistes persistent à traiter d'accessoires, sans doute par suite du souvenir des ennuis qu'elles leur avaient causés aux examens.

Quoi qu'il soit, tous ceux qui s'intéressent aux champignons parasites accueilleront avec plaisir le livre excellent dans lequel M. Vuillemin fait « l'inventaire méthodique » de l'ensemble de nos connaissances sur cette branche de la biologie, non pour la présenter comme une science achevée, mais au contraire pour mettre en évidence les lacunes à combler et provoquer de nouvelles recherches dans un domaine plein de promesses pour l'avenir de la mycologie et de la médecine. Botanistes, cliniciens et pararasitologistes le liront avec un égal profit. J'ajouterai même que les biochimistes le parcourront avec beaucoup d'intérêt; ne sont-ils pas par vocation appelés à se tenir au courant des progrès de toutes les sciences biologiques, non seulement pour y puiser des sujets de recherches, mais aussi pour noter les points où les données chimiques et physico-chimiques pourraient aider les spécialistes.

La première partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude des champignons parasites, le second traite des mycoses. Dans cette dernière on trouve six pages réservées à la tuberculose, l'agent de celle-ci étant considéré comme le *Selerothrix tuberculosis* de la tribu des Mycobactériées, toutefois on peut discuter les vues de l'auteur sur les modifications que certains milieux feraient subir au B. C. G. Dans les dernières pages on trouve un index glossologique et une table méthodique des champignons parasites qui facilitent grandement la recherche d'un renseignement quelconque dans le corps de l'ouvrage. Enfin il me semble regrettable que M. Vuillemin, qui cite un nombre considérable d'auteurs, n'ait point complété son remarquable ouvrage par une liste d'indications bibliographiques.

A. Berthelot.

La théorie physicochimique de la sexualité, par Ph. Joyet-Lavergne, professeur au Lycée Condorcet, maître de conférences à l'Ecole Normale Supérieure de Sèvres, Directeur-adjoint à l'Ecole des Hautes Etudes. In-16 de 102 pages, avec 5 figures dans le texte. Prix : 10 fr.

Sans méconnaître l'intérêt des théories cytologiques et physiologiques de la sexualité, M. Joyet-Lavergne en montre nettement les insuffisances et croit à l'excellence des explications physicochimiques; il la prouve d'ailleurs en exposant ici les résultats récemment obtenus par lui et quelques autres, et qui mettent en évidence des différences notables de composition chimique en fonction du sexe chez divers organanismes végétaux et animaux, ainsi que la possibilité, qui forme contre épreuve, d'inverser leur sexe en agissant sur le milieu extérieur ou sur l'alimentation. De là, deux « lois de sexualisation » formulant la relation du sexe avec le potentiel d'oxydoréduction et avec les différences de nature et de proportion des lipoïdes et graisses cellulaires.

Résumé de conférences faites au Collège de France, ce petit livre s'adresse moins aux spécialistes qu'au grand public cultivé, qu'il ne manquera pas d'intéresser.

R. T.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 2 — 71e ANNÉE — 28 JANVIER 1933

A PROPOS D'UNE LETTRE DE TORRICELLI (*)

par Mme Paul TANNERY

A la fin de l'année 1931 le catalogue des manuscrits ayant appartenu à M. Henri Fatio, de Genève, fut publié par les soins de l'expert Noël Charavay, en vue d'une vente publique. M. Henri Omont, conservateur des manuscrits de la Bibliothèque Nationale, qui sait que je prépare, avec la collaboration de M. le professeur Cornélis de Waard, la publication de la correspondance du Père Marin Mersenne, et qui, depuis de longues années, me prodigue ses encouragements et ses conseils, s'empressa de me signaler que, dans ce catalogue, se trouvaient mentionnées deux lettres du Minime. Je trouvai, en effet, cette mention sous le numéro 105, page 102. Ces deux lettres ont appartenu antérieurement au cabinet Morrisson. M. Charavay eut la générosité de m'autoriser non seulement à les lire mais à en prendre copie. L'une, datée du 25 août 1635, est présentée, par erreur, comme ayant été adressée à Descartes qui, à cette époque, n'était pas encore en correspondance avec Mersenne. Vérification faite, Peiresc en fut le destinataire.

La seconde lettre, datée du 26 août 1641, est adressée au pasteur Rivet à La Haye. Elle a été publiée déjà par Tamizey de Larroque, mais incomplètement ; le début et les formules finales y manquent. (*Les Correspondants de Peiresc*, t. XIX, p. 162-164).

Ces deux lettres trouveront naturellement place dans le deuxième volume de la *Correspondance de Mersenne*, dont l'éditeur Beauchesne nous fait espérer le premier volume pour le début de cette année ; la lettre à Rivet y sera publiée *in-extenso*.

Ces petites découvertes en occasionnèrent une autre, plus importante. Dans le catalogue Henri Fatio mon attention fut appelée sur le numéro 357, p. 138, où on peut lire le sommaire d'une lettre d'Evangelista Torricelli à Michel-Ange Ricci, du 17 janvier 1645, relative à ses recherches sur la spirale d'Archimède, et dans laquelle il priait son correspondant de demander au Père Mersenne « le nom du savant français qui prétend avoir démontré que la ligne courbe parabolique est égale à une spirale d'Archimède ». Cette lettre était presque complètement inconnue. M. le professeur Gino Loria, dans le troisième volume de sa belle édition des Œuvres de Torricelli (1) n'avait pu en reproduire qu'un fragment. Cette lettre a figuré en 1878 parmi les autographes provenant de la collection Fillon (2) ; puis en 1887, parmi les lettres de la collection Bovet dont le catalogue en reproduit une partie en *fac simile* (3). Elle dut faire partie, probablement, de la collection Morrisson à Londres, vendue en 1892. Détail intéressant, cette lettre fut achetée 13.000 fr. lors de la vente Henri Fatio (4). M. Charavay m'ayant autorisée à en prendre une copie intégrale, j'ai communiqué cette copie à M. Gino Loria qui l'a publiée dans *Archéion* (t. XIV.

(*) Voir à la fin de l'article, page 37, où toutes les Notes sont réunies.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

n° 1, janvier-mars 1932). On comprendra mieux maintenant ce que veut dire Michel-Ange Ricci quand il parle de la lettre qu'il a reçue de Torricelli au sujet des spirales.

Je reproduis ici cette lettre, enrichie des précieuses notes de M. le professeur de Waard qui permettront de débrouiller une sérieuse difficulté et de répondre à une question gênante au premier abord : Mersenne, dont il est question dans la lettre, qui était entré en correspondance avec Torricelli en 1643, avait quitté Paris en octobre 1644 et avait visité Torricelli à Florence au début de décembre ; le 20 du même mois il se trouvait à Rome d'où il partit fin mars 1645. Or Mersenne avait écrit à Torricelli

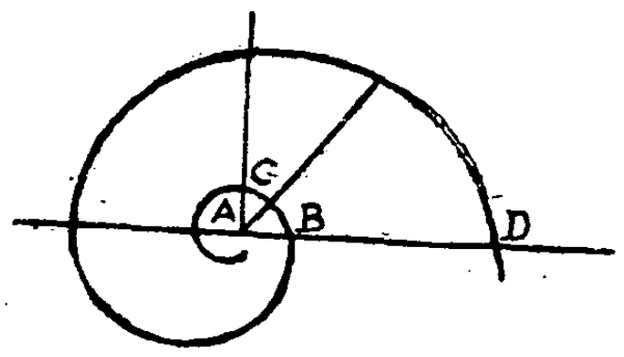


Fig. 1.

le 13 janvier 1644, en lui signalant l'invention des spirales dont il nommait l'auteur : Roberval. Torricelli, dans sa réponse du 1er mai, également a nommé l'auteur : Roberval ; de même Du Verdus, dans une lettre écrite de Rome à Torricelli a nommé l'auteur : Roberval. Tout cela en 1644. Comment se fait-il que le 17 janvier 1645 Torricelli prie Michel-Ange Ricci d'obtenir de Mersenne un renseignement que le même Mersenne et Du Verdus lui ont déjà envoyé ? C'est que le Père Mersenne dans ses *Cogitata physico-mathematica* (Paris, 1644) dans le passage de l'*Hydraulica Pneumatica, farsque navigandi* (p. 129-131) où il mentionne la découverte, ne nomme pas Roberval et ne désigne l'auteur que par ces mots : *geometra noster*. Peut-être Torricelli a-t-il soupçonné qu'il y avait là-dessous quelque mystère et c'est pourquoi il aurait incité Michel-Ange Ricci à profiter du séjour de Mersenne à Rome pour essayer de tirer de lui la vérité (5).

Cette question ainsi résolue, une autre question se présente dont la solution menace d'être difficile : pourquoi Mersenne, qui nomme si volontiers Roberval dans ses lettres, ne le nomme-t-il pas dans ses livres ?

Voici d'abord la lettre de Torricelli :

Molt. Illster Sigre Pron. mio colmo,

« Promettevo di mandar certi vetri col Procaccio (6) di domenica prossima ; e poi non fu possibile, perchè non potei recuperarne uno che havevo prestato ad un Sigre. Hora l'ho avuto e lo manderò con due altri che hò levati da i miei occhialoni acciò il P. Mersenne possa eleggersene uno (7).

« Havrei caro saper dal P. Mersenne chi sia stato l'autor in Francia che hà detto di mostrar la linea curva parabolica eguale ad una spirale Archimedea ; la hò conseguito ancor' io tal dimostrazione, poichè dimostro quamlibet lineam spiralem ab Archimede definitam, et quemlibet ipsius arcum partèm, sive ex centro incipiat sive non ; et sive primam revolutionem excedat, sive non, cuidam curvæ lineæ paraboliçæ æqualem esse. Avviserò poi a V.S. qual sia la detta parabola (*a*).

« Di più hô dimostrato, che un'altra sorte di linee spirali si provano eguali à linee rette. Dirò la definizione in un modo solo, havendola in tre modi diversi, due di quali (che saranno quei che per hora taccio) danno la descrizione della suddetta linea : Si recta lina AB (8) in infinitum producta intelligatur, ad partes D, et manentè altero ipsius termino A, ipsa recta AB circumventatur circulari et equabili latione ; eodem verò tempore punctum aliquod B eandem lineam percurrat sive versus centrum A, sive ad partes contrarias, hac lege ut gradus velocitatis puncti B, in sua linea AB, in eadem ratione crescat, sive decrescat cum distantiis à centro A-Exempl. gr. quando punctum B erit in C, impetus ipsius in C sit ad impetum in B ut CA, ad AB, quando verò erit in D, impetus eius ad impetum in B sit ut DA ad AB, et sic semper etc. (9), punctum huiusmodi curvam quandam lineam spiralem describet, cuius quælibet portio, sive incipiat ab A, sive non, cuidam rectæ lineæ æqualis demonstratur. Quasdam alias passiones habet hæc linea, quas etc. (9). E vi nasce una bella curiosità, et è : che io credo che la spirale si aggiri intorno al punto A, et non pervenga ad esso se non doppo infinite revoluzioni ; nondimeno tutta la spirale BCA non sarà infinita, mà ne anco dupla della retta AB, poi che la descritta da me nella proposta figura è dupla in potenza della retta AB (*b*).

« Reverisco V.S. con tutto l'affetto. »

di Firenze 17 Geno 1645.

di V.S. m. Illre devmo et affmo sre.

VANGELISTA TORRICELLI.

« Se parrà a V.S. potrà conferir queste mie baie col P. Mersenne. Quanto poi a communicarle col F. Magiotti e Nardi (10) non gli dô solamente il consenso, ma ne la supplico, quando gli venga l'occasione.

« Che poi le spirali d'Archimede siano tutte d'una spezie o vogliam dir simili fra loro, e

(*a*) Voir ci-dessous les notes de Cornélis de Waard.
(*b*) Voir ci-dessous les notes de Cornélis de Waard.

differenti solamente magnitudine come i circoli e le parabole, è tanto noto che nulla più. Mà che le spirali mie siano d'infinite sorti come l'ellissi e le hiperbole, secondo la proporzione de i due impeti retto e circolare che sono nel punto B, la qual proporzione hà infiniti casi. Questo solo vi è di differenza che le spezie dell' hiperbole et ellissi hanno poi infiniti individui, mà le spezie delle mie spirali hanno uno individuo solo. Per esempio la descritta spirale BCA è unica di quella sua spezie; cioè ritenendo quella proporzione di moti che nel descriverla hò presi nel punto B, la linea non può venir più grande, ne più piccola. »

(*adresse :*)

Al m. Illre Sigre Pron. Colmo.
Il. S. M. Anglo Ricci,
Raccto al Sigre Prospero Ricci
Roma.

NOTES DE CORNELIS DE WAARD.

(*a*) Déjà, en 1621, Cavalieri avait démontré l'analogie de la spirale d'Archimède avec la parabole quant à la quadrature (11). Cette démonstration qu'il publia en 1635 (12) fut trouvée aussi par le P. Grégoire de Saint-Vincent qui l'aurait communiquée, en 1625, au P. Grienberger; mais il ne la publia qu'en 1647 (13).

Quant à la rectification, on croyait d'abord que l'arc de la première spire était égal à la moitié de la circonférence du cercle qui sert à la décrire; c'était l'opinion de Fermat (14) et le P. Guldin crut en avoir trouvé une démonstration qu'il rejeta cependant plus tard (15). Le théorème exact sur l'égalité des arcs de la spirale d'Archimède et de la parabole fut trouvé, probablement dans l'hiver de 1642-1643, par Roberval, après que Hobbes eut assuré en sa présence, dans la cellule de Mersenne, que la longueur de l'arc de parabole serait égale à un certain segment de droite (16). La démonstration de Roberval était fondée sur sa méthode de la composition des mouvements qu'il pratiquait depuis 1636; elle considérait, pour la parabole, deux mouvements perpendiculaires l'un à l'autre, l'un uniforme et l'autre uniformément accéléré, tel que l'avait indiqué Galilée. Or, en décomposant le ds d'une part en dx et dy et, d'autre part en $d\rho$ et $\rho d\varphi$, la parabole $x^2 = 2py$ donne $ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} = dx\sqrt{1 + \frac{x^2}{p^2}}$, et la spirale $\rho = \frac{\varphi}{2\pi} a$ donne $ds = \sqrt{d\rho^2 + \rho^2 d\varphi^2} = d\rho\sqrt{1 + \frac{4\pi\rho^2}{a^2}}$; ainsi les arcs seront égaux si $x = \rho$ et $2p = \frac{a}{2\pi}$ (17). Mersenne annonça la découverte à plusieurs de ses correspondants : Fermat lui répondit le 16 février 1643 (18), Descartes le 23 mars 1643 (19). Dans sa lettre à Torricelli du 13 janvier 1644, Mersenne ne dissimula pas le nom de l'auteur (20) qui d'ailleurs fut mentionné par Torricelli dans sa réponse du 1er mai (21) : il fut communiqué à Torricelli encore par du Verdus dans une lettre de Rome du 21 mai 1644 (22). Celui-ci avait inséré la démonstration de Roberval dans le traité sur la composition des mouvements qu'il avait rédigé d'après les leçons du géomètre (23). Peut-être, dans sa lettre présente, Torricelli se réfère-t-il à la relation de la découverte que Mersenne avait donnée dans son dernier ouvrage, achevé d'imprimer le 1er avril 1644, et dont il aura eu un exemplaire; c'est dans cette relation que Roberval est indiqué comme « geometra noster » (24). Torricelli ainsi que Roberval étendirent le théorème aux spirales et paraboles de degré supérieur (25). Dans sa longue lettre de 1646-1647, répandue parmi les savants de Paris, le dernier dit avoir divulgué sa découverte primitive, « il y avait cinq années » (26); il la relève aussi dans une lettre à Hevelius de 1650 (27). Les doutes qui restaient sur la valeur de ces démonstrations mécaniques amenèrent enfin Pascal à démontrer les propriétés en question par voie géométrique (28).

(*b*) On pourrait faire remonter l'histoire de la spirale logarithmique plus haut que Torricelli. Cette spirale se déduit de la courbe gauche signalée par Nunez et reprise par Snellius, qui lui donna le nom de loxodromie et publia, en 1624, les premières vues tendant à sa rectification. En appliquant l'œil au pôle opposé à celui duquel s'approche la loxodromie, on voit qu'elle se projette sur le plan de l'équateur comme une spirale logarithmique coupant les demi-droites, qui sont les projections stéréographiques des méridiens, sous des angles égaux. On retrouve la même courbe en cherchant le plan qui doit couper sous des angles égaux les lignes de gravité supposées concourantes, à savoir le plan qui est également pressé par le poids. Ainsi la courbe (premier exemple du problème inverse des tangentes) fut étudiée par Mersenne dans un livre de 1636 (29); il ne laissa pas de mettre en lumière l'identité de cette courbe avec la projection de la loxodromie et de relever « qu'un poids se mouveroit perpétuellement par ce plan également incliné sans pouvoir jamais arriver au centre de la Terre, autour duquel le plan tourneroit toujours sans y arriver », opinion contredite à tort par Descartes dans des lettres de 1637 et 1638 (30). Cependant, Descartes reconnut la proportionnalité de l'arc avec le rayon vecteur, exprimée par l'équation $s = a\rho$ (31). Les titres de Torricelli à la découverte de la rectification se fondent sur la circonstance que cette rectification n'est pas donnée directement par les définitions, dont il part (32) et dont la première donne la courbe (qu'il appelle *spiralis geometrica*) par l'équation différentielle $\frac{d\rho}{d\varphi} = \frac{\rho}{k}$ (33). Du reste, Mersenne répondit à Torricelli à propos de cette découverte ainsi que de celle de l'égalisation de la parabole et la spirale d'Archimède le 4 février 1645 : « Vidi cum magnâ voluptate lineam tuam curvam lineæ rectaæ æqualem, cui nondum linearn parabolicam æqualem Robervallus invenire potuit, qui spirali parabolicam æquavit, et cuilibet parti spiralis Archimedeæ partem parabolæ... » (34).

Outre, la rectification, Torricelli trouva aussi la quadrature de la courbe (35). Ayant proposé la démonstration de diverses propriétés à Roberval en juillet 1646 (36), celui-ci ne tarda pas à lui faire part, dans sa lettre de 1646-1647, des observations de Mersenne (37).

***

Sur ma demande, M. Cornélis de Waard a bien voulu m'autoriser à publier ici la démonstration de Roberval sur l'égalité des arcs de la spirale d'Archimède et de la parabole, dont il est question dans la lettre de Torri-

celli. Elle est empruntée aux manuscrits complets cités à la page 5, note 7, dans lesquels elle forme la *Proposition sixième* (38).

DONNER UNE PARABOLE ESGALE A UNE HÉLICE.

« Soit AFB (39) une hélice de la première révolution, de laquelle le commancement est A, la fin B, le demydiametre AB et à icelle les (portions) BC, CD, etc., esgales, en sorte que C soit la fin de la seconde revolution, D de la troisieme, etc. Et soit GOP une Parabole de laquelle l'axe est GNP, le sommet G, une droitte GHIL touchante au sommet, de laquelle les portions GH, HI, IL, etc. chachune soient esgales à cha-

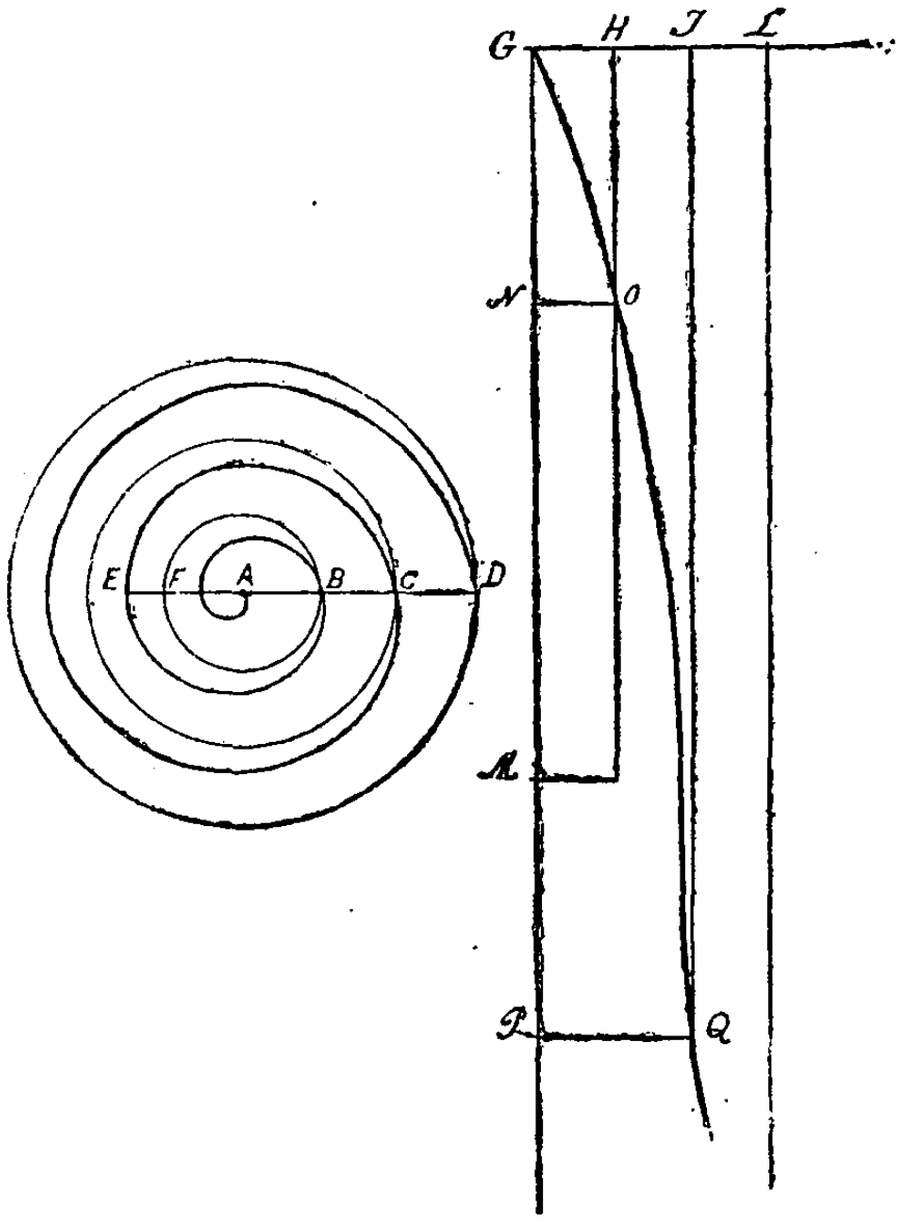


Fig. 2.

chune des AB, BC, etc. Et soit supposé que GN (portion de l'axe de la Parabole) est esgale à la demycirconference du cercle duquel GH est le demydiametre et que NO, droitte ordonnée à l'axe, est esgale à GH. Je dis que *la Parabole GO est esgale à la premiere revolution AFB*. Et si PQ, ordonnée à l'axe, est double de NO, c'est-à-dire esgale à GI' auquel cas GP sera quadruple de GN, c'est-à-dire GP sera esgale à la circonference entiere dont AC est le rayon), je dis que *la Parabole GOQ est à esgale à la première et deuxiesme revolution AFBEC et ainsy des autres*. Et ainsy la Parabole OQ sera esgale à la seconde revolution BEC.

« Le point qui descrit l'Helice a deux mouvemens : le premier se fait sur une droitte uniformement, le deuxiesme se fait selon une circonference de cercle, mais celuy-ci est inesgal et irregulier, car la vitesse de ce second mouvement croist tousjours, de sorte que, si on la prenoit au point B par exemple, elle est telle que (si elle demeuroit tousjours la mesme et que doresnavant elle ne creust ny diminua plus) elle descriroit ung cercle duquel le demydiametre est AB, dans le temps duquel le premier mouvement descrit le demydiametre AB ; que, si le point est pris en C, alors la vistesse en ce point est double de la vistesse au point B, car dans le mesme temps que le mouvement droit auroit parcouru la droitte AB ou BC, dans le mesme temps le mouvement circulaire en C auroit parcouru la circonference de laquelle le demydiametre est AC, laquelle circonference est double de la precedente à cause du demydiametre AC qui est double de AB. Semblablement la vistesse en D est triple de la vistesse en B, et generallement :

« *la vistesse, prise en quelque point que ce soit, est à la vistesse, prise en quelconque autre point, comme la distance du commencement A jusques au premier point que l'on a pris, est à la distance dudit commencement A jusqu'au second point que l'on a pris.*

« D'autre part le point qui peut estre entandu descrire la Parabole, sera porté par deux mouvemens : le premier selon la droite GHIL uniformément, le second selon les droittes GP, HO, IQ, mais inesgalement, en sorte que, si ce point est pris en O, sa vistesse est telle que dans le temps qu'il a parcouru GN ou HO (par ce mouvement inesgal), en mesme temps il parcourroit le double d'icelle GN, assçavoir NM, si sa vistesse ne se changeoit point, à cause des trois directions données ON, OH, NM.

« Or, en ce mesme temps le mesme point par un autre mouvement, assçavoir par le premier, a parcouru la ligne GH ; donc dans le temps que le point A a parcouru la droitte AB par son mouvement esgal et uniforme, dans le mesme temps G a parcouru GH aussy par son mouvement uniforme. Et dans le mesme temps ce mesme point A estant en B, par son autre mouvement (à sçavoir par le second) parcourroit la circonference du cercle de la premiere revolution, duquel le demydiametre est AB. Et le point G, estant en O, par son second mouvement (assçavoir selon la description HO de ce mesme mouvement) parcourroit NM esgale à la mesme circonference, puisque GN, sa moitié, est supposée esgale à la demycirconference.

« Donc, de part et d'autre, il y a deux mouvemens esgaux chachun à chachun dans tous les instans de son cours, et sont composez selon les angles esgaux, à sçavoir droits : NGH d'une part, et de l'autre selon l'angle contenu

du rayon AB et de la droitte qui touche la circonference au point B. Donc les lignes descrittes sont esgales, d'un costé une Helice, de l'autre une Parabole.

« On dira le mesme de la seconde revolution,

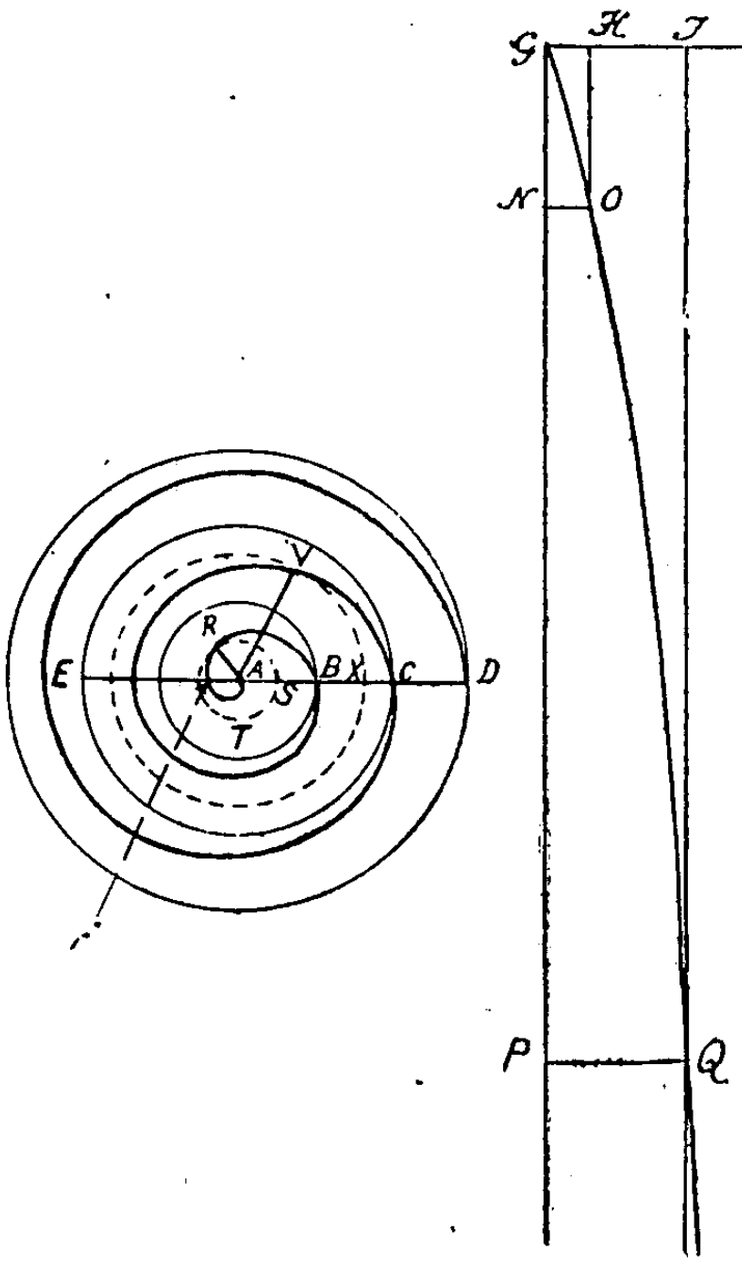


Fig. 3.

car ce qui est demontré en un point B et C, le mesme sera demontré en tous les autres. »

COROLLAIRE.

« *Par mesme moien on trouvera une Parabole esgale à une portion d'Helice comme AFR ou AFBEN* (40).

« Car pour la portion AFR, où la premiere revolution n'est pas entiere, tirez AR et descrivez une circonference RST coupant AB, rayon du cercle principal, en S ; d'un autre costé, dans une droitte GH prenez GH esgale à AS et dans un perpendiculaire GN prenez GN esgale à la demyportion de la circonference STR. Tirez NO esgale à GH, je dis que *la Parabole GO est esgale à la portion d'Helice AFR.*

« La demonstration est la mesme qu'au point B, si au lieu de B, on parle de R et, au lieu (de la moitié) de la circonference entiere du demydiametre AB, on parle de la moitié de la circonference STR, etc.

« Pour le second cas, assçavoir pour trouver une Parabole esgale à la portion d'Helice AFBEV, il faut descrire la circonference VXY, coupant AB en X et dans une ligne GH il fault prendre GI esgale à AX et dans la perpendiculaire GP ou IQ il faut prendre GP ou IQ esgalles à la moitié de la circonference entiere VXYX plus la moitié de la portion de la mesme circonference XYV. Et prenant PQ esgale à GI ou AX, je dis que *la Parabole GQ sera esgale à la portion d'Helice AFBEV.*

« La demonstration se fera comme en l'autre cas, parlant icy du point V et des circonferences et portions employez en la construction.

---

(1) *Opere di Evangelista Torricelli* edite... da Gino Loria e Giuseppe Vassura, vol. III : *Racconto d'alcuno problemi; Carteggio.* Publicato per cura di Giuseppe Vassura; Faenza, 1919, pp. 256-257.

(2) N. CHARAVAY. *Inventaire des autographes et documents historiques réunis par M. Benjamin Fillon;* t. I, p. 10, n° 822; Paris, 1878, in-4°.

(3) N. CHARAVAY. *Lettres autographes composant la collection de M. Alfred Bovet;* t. I, p. 187, n° 510; Paris, 1887, in-fol.

(4) N. CHARAVAY. *Catalogue de la précieuse collection des Lettres autographes composant le cabinet de feu M. Henri Fatio*, mise en vente à Paris en février 1932.

(5) Voir à ce sujet PAUL TANNERY. *Mémoires Scientifiques*, t. XI, *Comptes rendus et Analyses*, n° 51, p. 355.

(6) Apparemment l'entrepreneur de la poste.

(7) MERSENNE avait demandé ce verre dans sa lettre datée de Rome, le 25 décembre 1644 (*Opere*, etc., t. III, 1919, p. 245). En février 1645, TORICELLI en envoya encore un quatrième (*ibid.*, t. III, p. 277). Le Minime se montra peu satisfait de ces verres (*ibid.*, t. III, pp. 286, 291 et 292).

(8) Nous avons ajouté la figure. Il résulte de ce qui suit que TORICELLI avait considéré le cas spécial où la courbe coupe les rayons vecteurs sous un angle constant de 60°.

(9) Nous traduisons par « *etc.* » un signe qui se retrouve dans la lettre deux fois.

(10) C'étaient RAFFAELLO MAGIOTTI et ANTONIO NARDI qui formaient avec TORRICELLI, lorsqu'il demeurait encore à Rome, le célèbre triumvirat, dont GALILÉE parlait dans sa lettre du 27 septembre 1641.

(11) A. FAVARO. *Bon. Cavalieri e la quadratura della spirale* (*Rendiconti del R. Ist. Lomb. di sc. e lett.*, S. II, t. XXXVIII, (1905), pp. 358-372).

(12) *Geometria indivisibilium* (*Bononniæ*, 1635); Lib. VI, pp. 13-14. Cf. G. VACCA. *Sopra un probabile errore di Gabrio Piola* (*Bollettino di bibliografia e storia delle sc. mat., pubbl. per cura di G. Loria, Anno VI* (1903). pp. 1-4).

(13) *Opus geometricum* (*Antverpiæ*, 1647), vol. II, pp. 664-702 : *Spiralis et Parabolæ symbolizatio.* Cf NEUBERG. *Discours sur la vie et l'œuvre de Grégoire de St Vincent* (*Bull. de l'Acad. royale de Belgique, classe des sc.*, 1911, n° 12, pp. 922-932).

(14) *Œuvres*, éd. Tannery et Henry, vol. II (1894), p. 253.

(15) *Centrobarycæ Libri secundus, tertius et quartus* (*Viennæ*, 1640-1641), Lib. II.

(16) Plus tard, Hobbes revendiqua une bonne part de la découverte de Roberval. Cf ses *Six lessons to the professors of the mathematics*, etc., de l'été de 1656. (*The English works of* Thomas Hobbes *of Malmesbury, ed. Molesworth*, vol. VII, London, 1845, p. 343) et l'*Examinatio et Emendatio Mathematicæ hodiernæ* de 1660 (Thomæ Hobbes. *Opera philosophica quæ latine scripsit*, etc., ed. Molesworth, vol. IV, pp. 189-190).

(17) Cf. Aubry. *Sur l'histoire du calcul infinitésimal entre les années* 1620 *et* 1660. *Annæs da Academia polytechnica do Porto*, t. VI (1906).

(18) *Œuvres* de Fermat, éd. Henry et Tannery, t. II, (1894), pp. 252-253.

(19) *Œuvres* de Descartes, éd. Adam et Tannery, t. III, (1899), p. 642.

(20) *Opere di* Ev. Torricelli, ed. cit., vol. III (1919), p. 161.

(21) *Ibid.*, pp. 173-174.

(22) *Ibid.*, p. 183.

(23) Il ne se trouve pas dans la première édition (*Divers ouvrages de math. et de physique par Messieurs de l'Académie royale des sciences*, Paris; 1693), ni dans les réimpressions (*Mémoires de l'Académie*, t. III (1736), etc.), ni dans le ms conservé à Paris. Biblil. nat., f. fr., nouv. acq. 5175, mais dans les manuscrits de Paris (Bibl. nat. f. fr. 9119, fol. 409 sqq) et de Leiden (Bibl. de l'Université).

(24) *Cogitata physico-mathematica* (*Parisiis*, 1644), partie de *l'Hydraulica, Pneumatica Arsque navigandi*, etc., pp. 129-131 (*de Parabola Helici Archimedeæ æquali*).

(25) Cf. pour Torricelli, son traité *de Infinitis spiralibus* (*Opere*, vol. I B (1919), pp. 351 sqq), où se trouve aussi le cas primitif (*l. c.*, p. 387).

(26) *Divers ouvrages*, etc. (Paris, 1693), pp. 284-302) ou *Opere di* Ev. Torricelli, ed. cit. vol. III (1919), p. 496.

(27) Ch. Henry. *Huygens et Roberval* (Leyde, 1880), p. 39.

(28) *Lettre de A. Dettonville à Monsieur A. D. D. S.* (*Œuvres de* Blaise Pascal, ed. Brunschvieg, Boutroux et Gazier, t. VIII (1914), pp. 255 sqq).

(29) *Harmonie universelle*, t. I (Paris, 1636), Lib. II, prop. 9, pp. 119-121 et *Harmonicorum Libri XII* (*Parisiis*, 1636), Préface.

(30) *Œuvres* de Descartes, ed. cit., t. I, (1897), pp. 446-447; t. II (1898), pp. 232 et 390.

(31) *Ibid.*, t. II (1898), p. 360 (12 septembre 1638).

(32) *Opere*, vol. I B (1919), pp. 361, 362-363 et vol. III (1919), pp. 361-362 (lettre à Ricci, du 17 mars 1646); puis, le *Racconto d'alcuni problemi* (vol. III, pp. 22-24).

(33) Cf. Loria. *Evangelista Torricelli e la prima rettificazione di una curva* (*Rend. della R. Accademia dei Lincei, seduta del* 5 *dic.* 1897).

(34) *Opere*, vol. III (1919), p. 269.

(35) *Opere*, vol. I B (1919), pp. 351 svv. Voir pour des autres propriétés aussi les endroits cités dans la note 4.

(36) *Opere*, vol. III (1919), p. 391.

(37) *Divers ouvrages*, etc. (1693) ou *Opere*, vol. III (1919), pp. 497-498.

(38) Il se trouve parmi certains papiers de Mersenne (*Bibl. nat., f. fr., nouv. acq.* 5176) encore un exposé de la théorie des mouvements composés d'après Roberval désigné comme « l'excellent esprit »). Il se termine cependant par une proposition : « La première révolution de la spirale d'Archimède est égale à la droite qui est égale en puissance à la circonférence et au semi-diamètre de son cercle », quoique la figure de la parabole y est encore dessinée

(39) Nous avons ajouté la figure qui fait défaut dans les manuscrits.

(40) La figure est ajoutée également ici.

LA CHAUFFE AU CHARBON PULVÉRISÉ A BORD DES NAVIRES

par Louis BASSO

Ingénieur civil des Constructions navales

Le problème de l'utilisation du charbon pulvérisé dans les chaudières marines a acquis, au cours de ces dernières années, une place de premier plan parmi les recherches et les expérimentations nouvelles de la technique navale. Les résultats obtenus dans les installations à terre, bien que l'application marine soulevât des difficultés spéciales, parfois très complexes et ardues, avaient depuis longtemps laissé entrevoir aux ingénieurs l'intérêt réel de la question, à l'époque précisément où la concurrence du Diesel mettait les constructeurs et les théoriciens de la machine à vapeur dans la stricte nécessité de faire appel à toutes les ressources du progrès.

En une période qui ne dépasse guère trois années, des résultats remarquables ont été déjà obtenus et, s'il reste encore beaucoup à faire sur certains points, il serait vain de contester que les installations les plus récentes ne marquent tout au moins le début d'une période de mise au point théorique et pratique, et non plus seulement l'ère des tâtonnements plus ou moins empiriques, qui sont propres à une phase préliminaire d'essais industriels.

Sans doute, l'adoption du charbon pulvérisé

n'a-t-elle encore rencontré auprès des armateurs qu'un succès très limité, par le fait même de la particularité des intérêts qu'elle leur a semblé jusqu'à présent devoir mettre en jeu. Mais il en a été ainsi pour nombre d'innovations, qui n'ont connu que par la suite toute la généralité d'application que laissaient cependant entrevoir les résultats partiels des premiers débuts.

L'emploi du charbon pulvérisé, au regard du technicien scientifique, apparaît tout d'abord comme un moyen d'aboutir à une augmentation sensible du rendement des chaudières : c'est là l'objectif essentiel, qui renferme en puissance toutes les virtualités secondaires. Cet objectif n'est toutefois réalisable, avec son plein effet, qu'au prix d'études minutieuses et d'une mise au point suffisamment poursuivie.

Mais le nouveau système de chauffe permet d'escompter encore des avantages concrets d'une nature plus particulière et que les réalisations actuelles permettent, dès à présent, d'obtenir, dans une mesure très appréciable. Il n'est pas surprenant que ce soient surtout ces avantages immédiats qui aient retenu l'attention de l'armement.

Telles sont, notamment, la réduction qu'il est possible d'opérer sur le personnel employé à la chauffe et, surtout, la faculté d'utiliser des charbons de qualité inférieure.

En fait, les installations réalisées à ce jour concernent principalement des navires charbonniers, dont plusieurs appartiennent à des Compagnies minières. C'est pourquoi l'expérience économique manque encore d'une base d'appréciation suffisamment large, et cela d'autant plus que la plupart de ces installations ont été faites sur des navires transformés à cet effet, dont les appareils n'étaient nullement appropriés, de par leur construction même, à l'utilisation nouvelle qu'on leur imposait.

*
* *

C'est au cours de l'année 1927 que l'étude expérimentale de l'adaptation de la chauffe au charbon pulvérisé à la navigation fut entreprise, d'une façon plus particulièrement active, aux Etats-Unis, principalement à la Station d'essais de Philadelphie. En présence des résultats théoriques obtenus par les ingénieurs de cette institution, il fut décidé de tenter une expérience plus concrète, susceptible de fournir des indications précises sur l'aspect commercial et économique de la question.

Une installation complète de chauffe au pulvérisé fut réalisée à bord d'un navire appartenant aux services commerciaux du *Shipping Board*, le *Mercer*, cargo de 13.000 tonnes de déplacement, qui chauffait auparavant au mazout. Ce bâtiment faisait partie d'une série de six unités similaires, effectuant un service de charge entre New-York et Rotterdam. Afin de donner à l'expérience le maximum de signification pratique au regard des armateurs intéressés au problème, le *Mercer* transformé fut astreint à effectuer ses voyages dans les conditions habituelles de l'exploitation. Le premier départ eut lieu en novembre 1927.

La machinerie du *Mercer* était constituée par des turbines à engrenages, développant 2 500 C.V., pour une vitesse d'environ 10 nœuds. La vapeur était fournie par trois chaudières cylindriques du type classique. L'installation initiale subit, entre les différents voyages, quelques retouches et transformations, suggérées par les incidents de l'exploitation.

A la fin de 1929, le *Mercer* avait parcouru plus de 60 000 milles, sans que se soit produit aucun incident susceptible d'arrêter le trafic. Le navire a toujours maintenu sa vitesse normale, même en utilisant des charbons à faible teneur en produits volatils. Le personnel comprenait trois chauffeurs proprement dits, le même nombre qu'à l'époque où la chauffe s'effectuait au pétrole. Toutefois, le nouveau dispositif exigeait, en plus, la présence de trois soutiers. Sur les cargos similaires chauffant à la main, le personnel employé à la chauffe et aux soutes comprenait en tout neuf personnes.

Il convient de remarquer que dans cette installation du *Mercer*, les techniciens s'étaient préoccupés plutôt de la question de sécurité et d'endurance à la mer que de l'économie dans la consommation des appareils. Les résultats obtenus n'en apparurent pas moins fort suggestifs. En gros, on estimait qu'une économie de 15 o/o environ était réalisée par rapport à la chauffe à la main ; cette économie résultait à la fois de la réduction de la quantité de charbon brûlé à égalité de puissance, de la réduction du personnel et de l'utilisation d'un combustible de qualité et de prix moindres.

Par rapport au pétrole, l'économie d'ensemble s'établissait à l'ordre de 35 o/o. Toutefois, il y avait lieu de faire la part des circonstances économiques, étant donné qu'à l'époque considérée, la différence entre les prix respectifs du charbon et du mazout avait atteint une proportion particulièrement accentuée et pour ainsi dire anormale.

Du point de vue technique, les difficultés principales s'étaient trouvées très précisément mises en évidence, ce qui devait épargner à l'avenir bien des tâtonnements prolongés et onéreux. Il est d'ailleurs incontestable que l'expérience antérieurement acquise dans la pratique de la chauffe au mazout apportait un appoint précieux et que l'analogie qui existe entre les deux systèmes de chauffe avait permis

de fixer à peu près immédiatement certaines dispositions de principe, qui ne laissaient plus subsister que des difficultés de réglage.

De son côté, l'Amirauté britannique avait apporté son concours aux recherches entreprises par les constructeurs anglais, en mettant, dans le courant de 1928, deux navires à la disposition du *Comité des Inventions et Recherches*.

L'impulsion donnée par ces initiatives d'Etat fut à ce point efficace qu'au printemps de 1929, il existait neuf bâtiments de commerce sur lesquels des appareils de chauffe au pulvérisé se trouvaient installés ou tout au moins en cours d'installation. Dans le courant de la même année, deux navires neufs furent mis en service en Angleterre, les premiers dont l'appareil évaporatoire eût été spécialement conçu en vue de l'utilisation du combustible pulvérulent. D'autres réalisations ont encore suivi ou sont en cours d'étude. Les navires chauffant au pulvérisé sont, pour la plupart, des cargos, le plus ordinairement des charbonniers. L'application aux paquebots proprement dits soulève des difficultés spéciales : il est à remarquer, d'ailleurs, que la chauffe au mazout tend toujours davantage à se généraliser pour les bâtiments de cette catégorie qui utilisent la vapeur. On peut citer, néanmoins, l'installation d'un paquebot mixte anglais, desservant les lignes du Pacifique, et d'un cargo rapide allemand de 15 nœuds, mis en service en 1930.

On a, enfin, appliqué le charbon pulvérisé à la chauffe de remorqueurs, principalement aux Etats-Unis ; en France, une installation intéressante a été réalisée à la fin de 1929 sur le remorqueur *Metz*, de la *Compagnie Générale pour la Navigation du Rhin*.

Le problème de l'utilisation à bord du charbon pulvérisé soulève des difficultés assez diverses, qu'il serait malaisé de parcourir avec une précision suffisante dans une étude relativement brève. Je tenterai donc seulement de dégager de la particularité des réalisations concrètes les éléments les plus généraux de la question, en décrivant d'abord les traits les plus caractéristiques des installations actuelles et en résumant ensuite les perspectives d'avenir qui peuvent résulter avec le plus de certitude des résultats obtenus.

*
* *

Dans toutes les applications marines réalisées et en projet, le charbon est embarqué à bord à l'état habituel, en morceaux, comme sur les navires où la chauffe se pratique à la main. La pulvérisation s'effectue à bord, ce qui exige la présence d'appareils spéciaux. On pourrait songer à pulvériser le charbon à terre, le produit étant ensuite stocké dans des capacités *ad hoc*, pour être directement envoyé dans les caisses ou soutes des navires. Cette seconde façon de procéder, qui s'apparente à la manière dont le mazout est approvisionné, supposerait l'établissement de dépôts dans les principaux ports.

M. Brand, qui est l'un des techniciens anglais les plus versés dans l'étude du problème, considère cette solution comme de beaucoup la plus favorable ; il estime qu'elle ne présenterait ni difficultés insurmontables ni danger sérieux, au prix seulement de quelques précautions élémentaires.

Le plan général schématique, commun à toutes les installations de bord, est le suivant. Le charbon, embarqué tel quel ou plus ou moins tamisé, est d'abord réduit en morceaux suffisamment menus. C'est dans cet état qu'il est envoyé aux broyeurs, qui le réduisent intégralement en poussière. Le charbon pulvérisé est alors entraîné dans un courant d'air, dit *primaire*, et envoyé, par l'intermédiaire d'un dispositif de distribution, aux différents brûleurs. Une autre canalisation amène, d'autre part, au foyer, le complément nécessaire d'air pur comburant, qui est dit air *secondaire*.

J'examinerai rapidement les dispositifs qui servent à réaliser les différentes étapes de ce processus général, de façon à pouvoir distinguer les particularités de conception qui caractérisent les principaux systèmes employés en pratique.

Les broyeurs actuellement usités sont établis pour recevoir le charbon en morceaux dont le calibre ne doit pas dépasser 3 cm. 81, soit 1 pouce et demi. Il est évidemment facile aux Sociétés d'armement qui sont en même temps des Compagnies minières, d'approvisionner leurs navires en combustible déjà réduit plus ou moins en poussière et répondant, en tout cas, à cette exigence. Mais il convient, d'autre part, que les bâtiments se trouvent à même d'effectuer leur ravitaillement dans n'importe quel port et dans des conditions quelconques.

Le plus habituellement, le charbon est embarqué par les panneaux des soutes à travers des grillages formant tamis ; les plus gros morceaux sont ainsi retenus et peuvent être brisés à la main. Au moyen de dispositifs automatiques, le charbon des soutes est ensuite amené à un *concasseur*, qui le réduit au calibre définitif. Ces concasseurs, qui sont le plus souvent du type rapide à marteaux, ne présentent pas de particularité spéciale.

Le charbon concassé est amené, soit par gravité, soit au moyen d'un transporteur à godets ou à vis sans fin, aux trémies d'alimentation, placées directement au-dessus des broyeurs. Chaque trémie contient une certaine quantité de combustible, celle qui correspond, par exemple, à une heure de marche de la machine.

Les *broyeurs* ou *pulvériseurs* ont pour fonction d'assurer la réduction des morceaux de charbon en poussière. La pulvérisation doit aboutir à un produit plus fin que celui qui est admis pour les installations à terre, en raison des dimensions relativement faibles des foyers des chaudières marines.

Il existe deux types courants de broyeurs. Dans le premier système, dit à rotation lente (fig. 1), le charbon, après avoir été soumis d'abord à l'action de couteaux mobiles qui le projettent contre un anneau fixe, tombe sur un plateau horizontal, sur lequel une couronne de billes d'acier est appliquée au moyen de ressorts prenant appui sur une armature annulaire. Réduit en poussière sous la pression des billes, le charbon est aspiré à travers un séparateur à double enveloppe, qui a pour fonction d'arrêter et de renvoyer au broyeur les particules demeurées trop grosses.

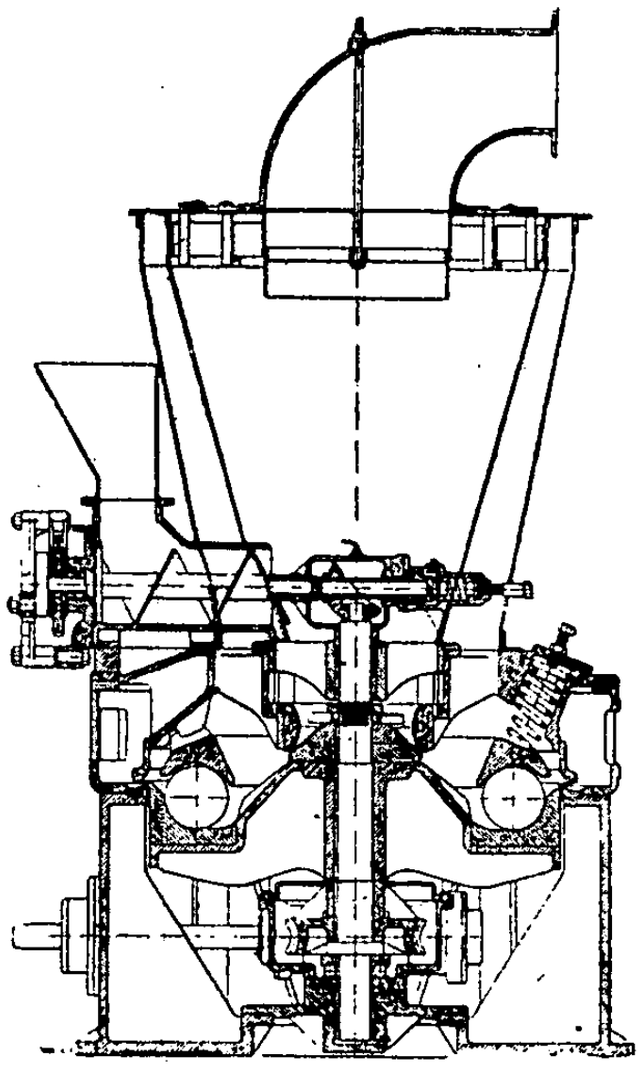


Fig. 1. — Paquebot mixte *Honorata*.
Pulvérisateur à billes, à rotation lente.

Les pulvériseurs à rotation rapide (fig. 2) sont constitués par un disque vertical d'acier armé de marteaux ou butoirs en acier spécial, qui tourne à une allure de 1 200 tours environ, à l'intérieur d'un cylindre muni d'un chemisage du même acier que les marteaux. Le charbon se trouve ainsi frappé et projeté contre les parois jusqu'à pulvérisation complète, pour être ensuite aspiré à travers un séparateur, comme dans le système précédent. Le chemisage et les marteaux, qui sont soumis à une usure assez rapide, sont disposés de façon à pouvoir être aisément et rapidement remplacés.

Les appareils des deux types donnent, en ce qui concerne la finesse de la pulvérisation, des résultats équivalents. Le broyeur à rotation rapide paraît mieux approprié au service de bord, en raison de son poids moindre et de son encombrement plus réduit. Reste la question d'usure, plus rapide sur les appareils centrifuges, et qui peut entraîner des frais plus sensibles. Quoi qu'il en soit, le type définitif ne saurait être considéré encore comme réalisé ; la puissance absorbée par la conduite de ces

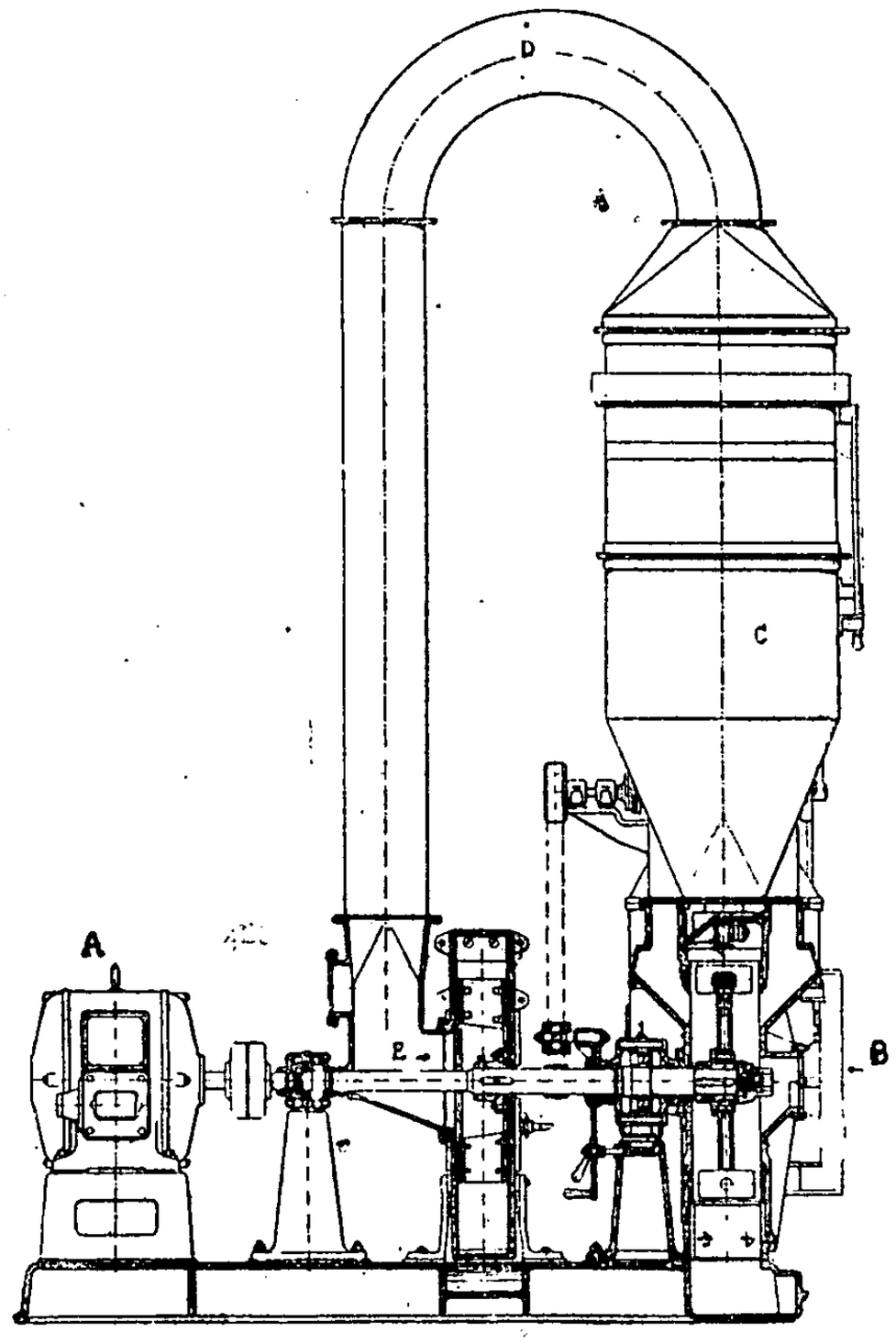


Fig. 2. — *Berwindlea*. Groupe broyeur-ventilateur.
(Système Clarke-Chapmann.)
A, Moteur électrique ; B, Broyeur ; C, Séparateur ;
D, Tube d'aspiration ; E, Ventilateur.

appareils est relativement considérable et cet inconvénient peut suffire à expliquer quelques-uns des mécomptes les plus graves qui ont affecté les premières applications.

Les broyeurs sont munis, en outre, d'un dispositif destiné à éliminer les morceaux de fer perdus dans le charbon et risquant d'entraîner la rupture d'un organe. Des systèmes mécaniques ou magnétiques sont utilisés à cet effet.

On retiendra encore que des précautions sont prises, soit en vue de réchauffer le broyeur par de l'air sec, soit afin d'assurer l'assèchement

du charbon en morceaux, avant son arrivée au broyeur, en le faisant passer dans un courant d'air à haute température. C'est qu'en effet, l'humidité du charbon est très nuisible au fonctionnement des appareils et peut entraîner des pertes de rendement considérables.

Le ventilateur qui aspire le charbon pulvérisé à travers le séparateur est ordinairement monté sur le même arbre que le pulvériseur (du moins lorsque ce dernier est du type à marteaux) et conduit par le même moteur, à vapeur ou électrique (fig. 2). L'air qui sert de véhicule à la poussière a été préalablement réchauffé, avant de parvenir au broyeur. Le passage de la poussière de charbon à travers le ventilateur détermine une usure assez rapide des ailes, surtout lorsqu'il s'agit de combustible pyriteux ; les ailes doivent donc être disposées de façon à permettre un remplacement facile.

Pour éviter cet inconvénient, on a expérimenté, à la place d'un ventilateur, des éjecteurs à air comprimé pour l'aspiration du charbon. Dans quelques installations, le ventilateur, au lieu d'aspirer, refoule au broyeur l'air primaire, ce qui évite le passage de la poussière à travers l'appareil. Ce dispositif aurait, en outre, l'avantage de réduire l'importance des stratifications qui se produisent dans le mélange d'air et de poussière.

Le réglage de ces appareils est nécessairement délicat ; dans les installations au charbon pulvérisé, la vélocité du courant primaire présente la même importance de principe que la viscosité ou la pression en matière de chauffe au pétrole. C'est d'ailleurs le passage du ventilateur aux brûleurs qui soulève les difficultés les plus sérieuses.

La figure 3 représente la disposition d'ensemble d'une installation conçue selon le système *Brand*. Ce système, pour n'être pas le plus employé et pour entraîner une complication un peu plus grande des appareils, n'en présente pas moins un intérêt de premier plan, en raison des conditions précises de réglage qu'il permet d'obtenir. Le ventilateur qui aspire la poussière de charbon au pulvériseur entraîne celle-ci, non pas directement vers les foyers de la chaudière, mais dans une capacité intermédiaire, dite *caisse de service*, l'air servant de véhicule étant ensuite renvoyé en circuit fermé au broyeur. La caisse contient une quantité de poussière correspondant à quatre heures de marche normale.

Un second ventilateur, dit primaire, assure l'écoulement du combustible de la caisse vers les foyers. Cet écoulement de la poussière est réglé par un organe distributeur automatique très précis. Un dispositif spécial assure l'assèchement du combustible pulvérulent au fur et à mesure de son stockage dans la caisse et, par suite, son écoulement rapide dans le distributeur. Grâce aux diverses facilités de réglage qui résultent de l'interposition de la caisse de service, la variation des rendements de chauffe entre les puissances maxima et minima ne dépasse pas 4 o/o. L'existence de la caisse permet, en outre, sans qu'il en résulte aucune conséquence appréciable sur la marche de l'installation, de stopper un broyeur lors de l'enlèvement des cendres d'un foyer, ou afin d'effectuer une réparation ou changement de pièce mobile, ou enfin pendant la durée des manœuvres d'entrée et de sortie des ports.

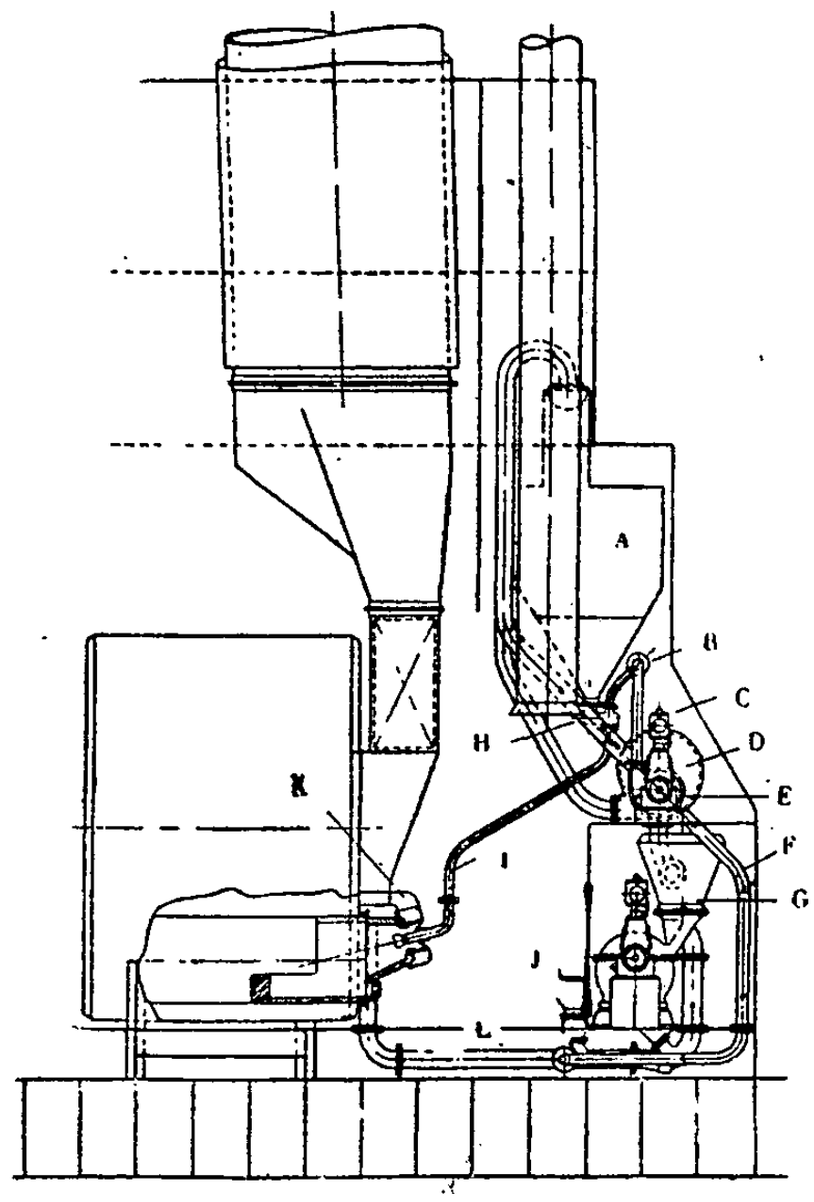


Fig. 3. — Disposition schématique d'une installation du système *Brand*.

A, Caisse de service ; B, Air primaire pour le distributeur ; C, Machine à vapeur ; D, Ventilateur du broyeur ; E, Ventilateur primaire ; F, Retour d'air au broyeur ; G, Broyeur ; H, Distributeur ; I, Arrivée du charbon pulvérisé ; J, Trémie du charbon ; K, Arrivée d'air du réchauffeur Howden ; L, Arrivée d'air chaud au broyeur.

Dans les autres types d'installation, il n'existe pas de caisse de stockage ; le ventilateur unique refoule directement le mélange combustible vers les foyers. Le problème de la *distribution* est d'autant plus délicat, on le conçoit, que le courant d'air et de poussière doit être fractionné entre un plus grand nombre de brûleurs. Un broyeur unique peut être affecté soit à l'alimentation des divers foyers d'une même chaudière, soit à celle de deux ou plusieurs chaudières groupées. La réduction du nombre des broyeurs simplifie l'installation et assure une économie de force motrice.

Dans les systèmes *Stein* et *Clarke-Chapman*, par exemple, le mélange d'air et de poussière est refoulé, à la sortie du ventilateur, dans un collecteur circulaire horizontal, disposé en forme de boucle, dans lequel le mélange tourne sans arrêt. C'est sur la partie de ce collecteur qui fait face aux foyers que viennent se brancher les divers tuyaux aboutissant chacun à l'un des brûleurs. Ces tuyaux se terminent, à l'intérieur du collecteur général, par un petit pavillon orientable, qui sert à régler la quantité d'air et de combustible à introduire dans le brûleur. (J'ai donné la description d'une installation de ce genre dans le numéro du 22 mars 1930 de cette Revue, page 181).

La difficulté du problème de la distribution provient du défaut d'homogénéité que présente le mélange d'air et de poussière de charbon à la sortie du broyeur, aussi bien dans le sens transversal que dans celui de la longueur du conduit où il circule. L'organe de distribution doit parer aux concentrations de poussière que les tourbillons engendrent suivant certaines directions, en rendant aussi homogène et uniforme que possible le mélange à répartir entre les différents brûleurs. On a expérimenté, à cet effet, divers dispositifs, dans le détail desquels il m'est impossible d'entrer, les uns comportant des organes mécaniques, tels que moulinets, hélices ou vis sans fin, les autres à principe pneumatique, constitués, par exemple, par un système de petites tuyères tangentes à la paroi de la conduite, émettant un jet d'air comprimé qui imprime au mélange combustible un mouvement giratoire, dont la violence peut-être réglée par l'ouverture des tuyères. D'autre part, des dispositifs de distribution très simplifiés fonctionnent avec succès, pour l'alimentation par un seul broyeur des foyers d'une même chaudière (fig. 4).

Quoi qu'il en soit, le type définitif d'appareil distributeur ne saurait être, lui non plus, considéré comme existant encore. Je signalerai, pour terminer sur ce point, le système américain *Todd*, qui utilise une conception en quelque sorte diamétralement opposée aux procédés, tels que le distributeur à boucle *Clark-Chapman*, qui visent à réduire le plus possible le nombre des broyeurs d'une même installation. Le trait caractéristique du système *Todd* est, précisément, de comporter autant de pulvériseurs et de ventilateurs que de foyers. Le problème de la distribution se trouve, de la sorte, purement et simplement éliminé.

A chacun des foyers à alimenter est affecté un appareillage dont la figure 5 montre la disposition d'ensemble. Cet appareillage comprend un broyeur à deux étages, du type rapide, dont les deux rotors séparés sont armés de marteaux, et un ventilateur qui aspire la poussière au broyeur pour l'envoyer directement au brûleur ; des dispositifs spéciaux assurent, en outre, l'intimité aussi parfaite que possible du mélange combustible. Ventilateur

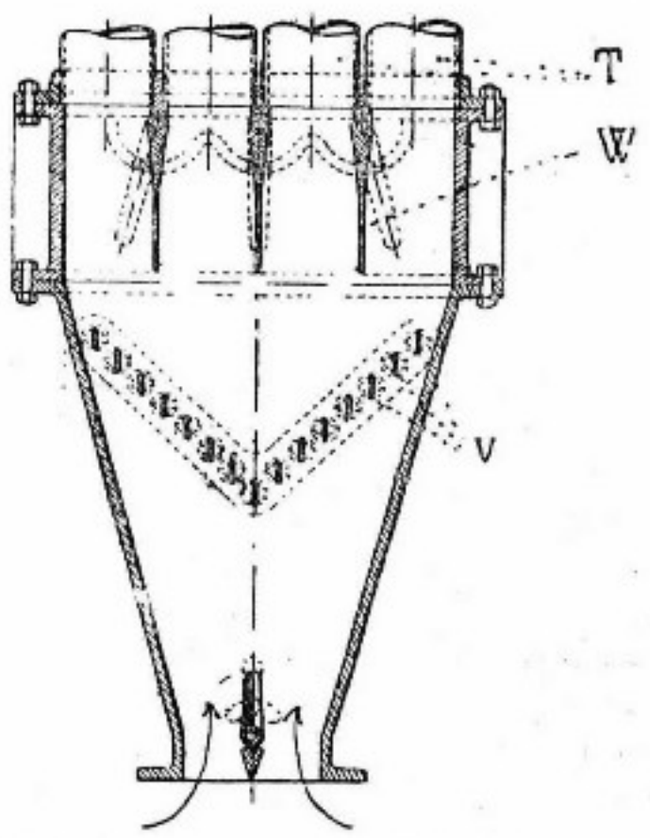


Fig. 4. — *Honorata*. Distributeur.
V, Volets mobiles servant à régler la densité de la veine ; T, Tubes flexibles conduisant aux quatre foyers : chacun d'eux est muni, à son entrée, d'un volant mobile W.

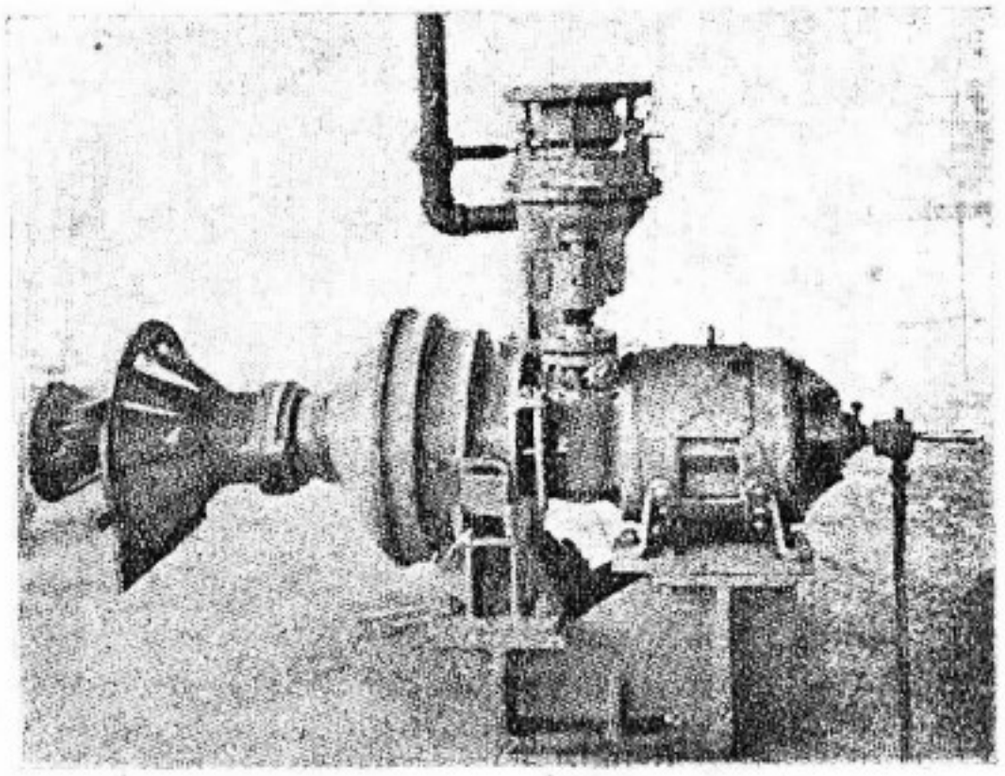


Fig. 5. — Ensemble broyeur-ventilateur-brûleur. (Système *Todd*.)

et broyeur sont conduits par le moteur électrique qui forme la troisième pièce de l'ensemble. Dans certaines installations, un même moteur ou encore une turbine à vapeur conduit à la fois tous les groupes broyeur-ventilateur d'une même chaufferie.

Le système *Todd* procure, incontestablement, une grande facilité de conduite pour la chauffe,

aussi bien que pour les visites ou réparations, chaque brûleur pouvant être mis hors circuit d'une façon entièrement indépendante. Le rendement apparaît particulièrement satisfaisant pour les appareils de puissance faible et moyenne, comme pour les petits cargos ou les remorqueurs. Aux puissances élevées, la multiplication des broyeurs entraîne, par contre, une absorption de force motrice notablement supérieure à celle des autres systèmes. Il est assez difficile, d'ailleurs, d'apprécier jusqu'à quelle limite l'avantage résultant d'une meilleure distribution peut arriver à compenser le supplément de puissance absorbée.

En ce qui concerne les *brûleurs*, il en existe un certain nombre de types (Stein, Woodeson, Peabody, Yarrow, etc.) que l'expérience a révélés très satisfaisants ; tous ces appareils assurent une turbulence suffisante pour obtenir une flamme courte et sont, par ailleurs, aisément réparables ou, au besoin, remplaçables. On remarquera la nécessité d'une forte turbulence, en vue de réaliser une combustion rapide et complète, étant donné que les foyers des chaudières marines sont relativement courts.

Dans le brûleur *Stein* (fig. 6), par exemple, le mélange dit air primaire, animé d'un rapide

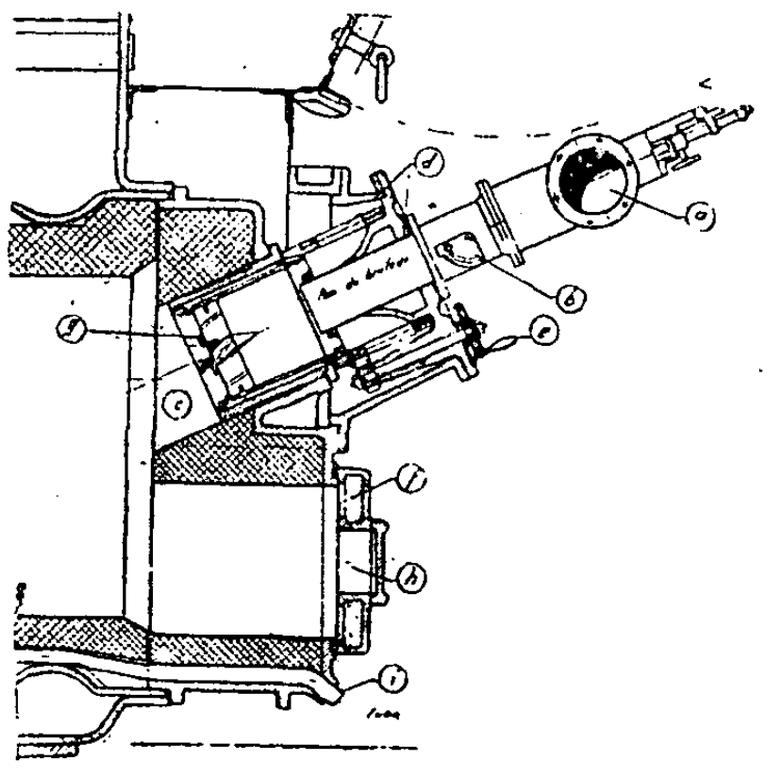


Fig. 6. - Coupe dans une chaudière, montrant la disposition d'un brûleur *Stein*.
Remorqueur *Metz*.

A, Prise de charbon pulvérisé ; B, Papillon de réglage ; C, Gueulard ; D, Obturateur de l'air secondaire ; E, Commande de l'obturateur d'air secondaire ; F, Porte de décrassage ; H, Regard ; I, Ramonnage à la vapeur.

mouvement de rotation, se trouve pris à sa sortie du brûleur entre deux couronnes d'air secondaire tournant en sens inverse. De là résulte un intense mouvement tourbillonnaire.

La quantité d'air servant de véhicule au charbon pulvérisé, c'est-à-dire le courant primaire, représente en général de 15 à 20 o/o de la quantité d'air nécessaire à la combustion. Le courant secondaire, qui débouche dans le foyer à l'entour du brûleur, doit donc fournir le volume complémentaire. La proportion du volume d'air primaire est parfois plus élevée ; elle ne doit pas dépasser le taux de 40 o/o ; celui de 15 o/o (85 o/o d'air secondaire) paraît le terme optimum pour la marche en fonctionnement normal.

L'air primaire pénètre dans le foyer à une température d'environ 270°, l'air secondaire étant chauffé à 230°, par exemple.

Les indications qui précèdent suffiront à donner une idée sommaire des différents organes constitutifs des installations réalisées jusqu'à ce jour. Il va sans dire que la chaudière elle-même demande à être étudiée d'une façon spéciale et, à ce point de vue d'ailleurs, la mise au point est fort loin d'être achevée. La disposition du revêtement réfractaire, en particulier, dans la partie inférieure des foyers, peut être conçue de deux manières différentes, selon que l'on se propose d'obtenir ou non la fusion des cendres.

La question générale de l'évacuation des cendres constitue un problème très complexe, que la chauffe au pulvérisé pose d'une façon toute nouvelle aux constructeurs. Même si l'on adopte le principe de la fusion des cendres dans les foyers, cette opération ne peut être obtenue que partiellement, et il reste une proportion toujours notable de cendre solide, qui doit être finalement évacuée par la cheminée à l'état pulvérulent.

Il convient donc que le diamètre des tubes de fumée soit établi de façon à assurer une vitesse d'écoulement suffisante pour éviter les engorgements. Toute perte de vitesse du courant de fumée se traduit nécessairement par une accumulation de cendre. Des portes spéciales, ainsi que tous dispositifs appropriés, doivent rendre facile et efficace le ramonage et le nettoyage des conduits.

*
* *

L'expérience réalisée à ce jour est encore trop récente pour autoriser des conclusions précises et moins encore des pronostics plus ou moins aventureux. Surtout, cette expérience a été trop localisée pour devoir être étendue purement et simplement à des circonstances quelconques. Toutefois, même envisagés dans le champ d'opérations ainsi délimité, les résultats acquis n'en sont pas moins concordants et de nature à légitimer des espérances plus vastes.

Les bâtiments équipés d'installations au charbon pulvérisé sont, à peu près tous, des cargos charbonniers, dont les armateurs ont obéi à

des préoccupations particulières et il serait évidemment excessif de demander à ces premières réalisations des prouesses, que les intéressés eux-mêmes n'avaient aucunement escomptées.

Sauf quelques mécomptes, qui sont tous imputables au fait que les installations en cause n'étaient que des transformations d'appareils existant déjà, on peut enregistrer un premier résultat fort important par lui-même : tous ces navires ont pu accomplir de façon normale leur service régulier, lequel requiert robustesse et endurance, sans avoir éprouvé de retards ni d'inconvénients majeurs provenant du fonctionnement des appareils et en maintenant toujours une vitesse moyenne très satisfaisante.

En fait, les armateurs paraissent s'être principalement intéressés soit à l'économie de personnel réalisable, soit surtout à la possibilité d'utiliser des combustibles médiocres.

En ce qui concerne le premier point, l'emploi du charbon pulvérisé réalise une position intermédiaire entre celles qui résultent soit de la chauffe au mazout, soit de la chauffe au charbon ordinaire ; l'économie porte, en principe, sur le personnel des chauffeurs proprement dits, mais non sur celui des soutiers, qui demeure le même, sauf pour des cas très particuliers.

D'autre part, on a pu effectivement tirer parti de combustibles de qualité inférieure, tout en conservant un fonctionnement satisfaisant des appareils. Toutefois, il ne faudrait pas donner à cette conclusion une portée trop absolue, en la détachant des circonstances spéciales qui ont pu lui conférer l'autorité d'un fait d'expérience.

L'économie réalisée sur le prix d'achat ne peut d'abord entrer en compte que si elle ne se trouve pas contre-balancée par des frais de transport relativement excessifs ; d'autre part, la capacité des soutes d'un navire étant limitée, il peut y avoir lieu de tenir compte de la différence de pouvoir calorifique que le combustible considéré présente, à volume égal, par rapport à un charbon de qualité normale. La question de l'usure est également à prendre en considération : une proportion de cendre trop forte, supérieure à 30 o/o par exemple, indépendamment du ralentissement de la vitesse de combustion qui en résulte, engendre une usure d'autant plus préjudiciable pour les organes des broyeurs que les matières sont plus dures. De même, l'excès de pyrite a sa répercussion immédiate sur la résistance des ailes des ventilateurs.

Les charbons contenant déjà une importante quantité de poussière sont nécessairement très humides, ce qui est de nature à entraîner une baisse notable du rendement, par suite de la coagulation qui se produit dans les tuyautages, avec les obstructions qui s'ensuivent. C'est pourquoi la question du réchauffage du charbon avant le broyage demande à être étudiée avec le plus grand soin.

L'utilisation des combustibles à basse teneur en produits volatils offre évidemment un intérêt qui s'accentuera de plus en plus, en raison de l'augmentation prévisible sur les marchés de la quantité des combustibles provenant des résidus de carbonisation industrielle. Or, la possibilité d'employer de tels charbons a été mise en évidence dès les essais du *Mercer*, où des fines à 16 o/o de produits volatils ont été utilisées avec succès. Le réglage des arrivées d'air est seulement un peu plus délicat pour les combustibles de ce genre, en raison de l'abaissement de pression qui en résulte ; mais aussi bien, dans le cas inverse de charbons à très haute teneur volatile, d'autres précautions doivent-elles être envisagées pour éviter l'inflammation prématurée du mélange dans le brûleur même, avant sa pénétration dans le foyer.

Sans doute est-ce un premier résultat que d'avoir obtenu sur des cargos des conditions de rendement favorables et des économies certaines par rapport à la chauffe à la main. Mais une consommation de 560 à 580 gr. par cheval-heure, qui représente la moyenne obtenue en pratique, ne saurait être considérée comme un aboutissement définitif, pas plus que la possibilité d'utiliser des charbons médiocres ne peut être envisagée comme l'essentiel de la question. La chauffe au pulvérisé doit assurer par elle-même des conditions économiques améliorées, même et surtout avec l'emploi de bons combustibles, payés à leur prix normal.

Des essais récents ont mis en lumière les résultats qu'il est permis d'escompter de l'emploi de charbons de bonne qualité, en particulier de briquette pulvérisée, à faible teneur en eau aussi bien qu'en cendres. La différence du prix de revient peut être largement compensée par le taux plus élevé et la constance du pouvoir calorifique. La briquette offre, en outre, l'avantage de se prêter aisément au broyage, pour la moindre usure des organes.

C'est là la voie principale, celle qui doit conduire à obtenir de la chauffe au charbon pulvérisé tout le rendement que l'étude théorique permet d'escompter.

Un gros défaut, commun à toutes les installations actuelles, réside dans la consommation de vapeur considérable qu'exige le fonctionnement des appareils de pulvérisation. Cette consommation arrive à atteindre jusqu'à 16 et 18 o/o de la production totale de vapeur ; la puissance absorbée par tonne pulvérisée variant, suivant les types de broyeur, entre 15 et 25 C.V. On réussira sans doute à améliorer cette situation, mais il est clair que l'obtention d'un rendement d'ensemble acceptable, même

avec l'emploi d'un combustible à très bon marché, est rigoureusement liée à la condition d'une utilisation rationnelle à l'échappement de la quantité supplémentaire de vapeur ainsi produite, soit au moyen de turbines, soit de tout autre façon. C'est sur cet objectif, combiné avec la recherche d'une réduction suffisante de la dépense de vapeur, que doit, dès à présent, se porter l'attention des constructeurs.

Mais, surtout, l'augmentation du rendement intrinsèque des chaudières, que l'expérience a fait ressortir comme certaine, par rapport à la chauffe à la main, doit être envisagée comme le but principal à atteindre, quelque satisfaisants que puissent apparaître *in concreto* tels ou tels résultats, qui ne représentent, du point de vue technique, que des succès tout relatifs.

L'obtention d'un rendement de vaporisation élevé, qui soit du même ordre que le rendement de la chauffe au mazout, exige une étude minutieuse de la chaudière elle-même et de certains problèmes particuliers, tels que le maintien en état de propreté des surfaces d'échange, surtout pour le cas d'emploi de charbons très cendreux. La solution définitive ne pourra, en somme, être envisagée que lorsqu'on se sera appliqué, non pas à adapter seulement la chauffe au charbon pulvérisé à la chaudière cylindrique classique, mais plutôt, en sens inverse, à approprier la chaudière marine, qu'elle soit d'ailleurs cylindrique ou à tubes d'eau, au nouveau système de chauffe.

Or, les premiers résultats sont trop démonstratifs pour que la technique n'accepte, à plus ou moins bref délai, cette nécessité d'une étude plus approfondie et plus méthodique. L'emploi du combustible pulvérisé est susceptible d'une généralisation certainement plus étendue que les utilisations actuellement envisagées par les armateurs intéressés ne le laissent prévoir. Il devrait logiquement arriver à concurrencer sérieusement la chauffe à la main, dans certains cas même celle au mazout.

Il convient, toutefois, de se garder de certaines illusions qui procèdent de la tendance contraire. Il existe encore telles difficultés de principe, qui peuvent devenir à peu près prohibitives, pour telles conditions particulières d'exploitation.

Il en est ainsi, par exemple, de la question du soutage. Le charbon, pour arriver régulièrement aux trémies des broyeurs, doit s'écouler, par l'intermédiaire d'une hotte, d'une soute placée à une hauteur suffisante au-dessus du niveau des parquets de chauffe. Sur un charbonnier, il est facile de disposer les soutes en hauteur, mais sur les autres navires, il ne peut être logé qu'une quantité relativement faible de charbon dans ces conditions, les autres soutes étant à un niveau plus bas ; il faut, dès lors, installer des élévateurs mécaniques, pour faire passer le combustible de ces soutes de réserve dans la soute placée directement au-dessus des trémies. La difficulté se précise surtout dans le cas d'un paquebot, où l'encombrement en hauteur est plus étroitement limité.

En résumé : réalisation d'avenir, dont l'expérimentation n'a pas encore dégagé toutes les virtualités, tout en fournissant cependant des conclusions pratiques certaines.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique du Globe

Connaissances actuelles sur le rayonnement cosmique. — Au cours de la séance que la Royal Society de Londres consacra, le 14 mai 1931, aux rayons cosmiques, on eut l'occasion d'enregistrer de nombreux faits expérimentaux mais, en même temps, de constater la divergence des interprétations. La même impression se dégage de l'importante étude dans laquelle M. Dopp a résumé, dans la *Revue des Questions scientifiques* de Bruxelles (20 juillet 1932), l'état actuel de nos connaissances sur cette question.

1. Rappelons que l'effet caractéristique des rayons cosmiques étudiés principalement par Kolhörster et Millikan est d'ioniser les gaz et qu'on peut définir leur intensité par le nombre de paires d'ions des deux signes qu'il détermine par cm^3 et par seconde dans une masse gazeuse enfermée en vase clos. Un tel appareil permet de constater si l'intensité reste constante en un même endroit, si elle varie, et dans quelles proportions, avec les circonstances météorologiques, l'altitude ou la position géographique. Il peut aussi servir à étudier l'absorption du rayonnement, c'est-à-dire l'atténuation qu'il subit en traversant divers milieux matériels et notamment l'atmosphère terrestre. Mais les instruments de différents types ne fournissent pas de renseignements immédiatement comparables; pour en déduire la mesure absolue des caractéristiques du rayonnement dans l'espace et dans le temps, il faut connaître les conditions mêmes de l'ionisation dans ces divers appareils. Toutes ne sont pas encore élucidées; mais on a pu en débrouiller quelques-unes et augmenter d'autant la précision technique des observations.

Pour s'affranchir des incertitudes résultant de la construction des appareils, Hoffmann a constitué un instrument de mesures différentielles. Deux chambres d'ionisation identiques sont jumelées par la mise en connexion de leur conducteur central isolé et l'application de champs électrostatiques symétriques et opposés. Un tel dispositif

permet de reconnaître éventuellement des fluctuations dans le fonctionnement de chacune des deux chambres.

2. En juillet 1929, Bothe exposait à Zurich, devant un Congrès de physiciens, ce qu'il avait découvert avec Kolhörster en observant les coïncidences de décharges dans deux tubes compteurs d'ionisation superposés. Il affirmait l'existence d'un rayonnement corpusculaire venu d'en haut, dont le pouvoir pénétrant égale celui des radiations cosmiques.

« A la surface de la terre, disait-il, il tombe, par cm² et par seconde, 0,01 corpuscule environ. Leur pouvoir d'ionisation vaut quelque 90 paires d'ions par cm. de trajet dans l'air en conditions normales; leur énergie est de l'ordre du milliard d'électronvolts. Depuis cette époque, le rayonnement corpusculaire signalé par Bothe a fait l'objet de nombreuses recherches sans qu'on puisse dire qu'elles aient abouti à des résultats bien concluants. Il semble cependant que ces rayons corpusculaires soient dus à l'explosion du noyau des atomes ayant absorbé un rayonnement électromagnétique venu des espaces cosmiques, qui constituerait le rayonnement primaire.

3. C'est principalement Millikan qui a étudié la variation qu'éprouve, avec la latitude et avec l'altitude, l'ionisation en vase clos déterminée par les rayons cosmiques. En 1926, au cours de mesures effectuées depuis Los Angeles jusqu'au sud du Pérou, il avait constaté partout la même ionisation, à condition de tenir compte, par des corrections, du rayonnement local ainsi que du rayonnement propre de l'appareil.

D'autres mesures, effectuées dans l'été 1930 à Pasadena (Californie, lat. 34°) et à Churchill (Manitoba, lat. 55°) ont fourni les mêmes valeurs à 1 o/o près. En un même lieu, les variations journalières, si elles existent, ont une amplitude très inférieure à la valeur (10 à 15 o/o) que quelques auteurs avaient indiqué autrefois; cette amplitude ne dépasse certainement pas 1 o/o.

4. On détermine le pouvoir pénétrant des rayons cosmiques en mesurant le nombre d'ions qu'ils produisent, dans une même chambre, après avoir traversé des épaisseurs croissantes d'une substance déterminée. On pouvait espérer découvrir leur nature en déterminant la courbe d'ionisation en vase clos à diverses altitudes dans l'air et à différentes profondeurs dans l'eau, déduction faite des radiations de sources locales et de la radioactivité propre de l'appareil.

C'est ce qu'ont fait notamment Millikan et Cameron, en 1928 et 1929, avec une chambre d'ionisation contenant de l'air sous 30 atmosphères, en effectuant des déterminations à diverses profondeurs dans les deux lacs de montagne Arrowhead et Gem, en Californie, et à des altitudes croissantes jusqu'au sommet de Pike's Peak (4.298 m.).

On a vite reconnu l'impossibilité d'attribuer la courbe d'ionisation à un rayonnement homogène. Millikan interprète cette courbe par l'action de rayons primaires partagés en bandes spectrales, les plus mous étant le plus vite arrêtés et les plus durs atteignant seuls les couches basses. Il évalue les longueurs d'onde moyennes des divers groupes de radiations incidentes.

5. De nombreuses hypothèses ont été formulées sur l'origine du rayonnement. Wilson avait pensé qu'il pouvait être produit par les orages incessants dont l'atmosphère est le siège. Son pouvoir énorme de pénétration ne s'oppose pas à cette explication car, ainsi que le signalait encore cet auteur au cours de la discussion à la Royal Society de Londres, les champs électrostatiques excessivement intenses et très étendus par temps orageux peuvent accélérer les électrons de l'air et leur communiquer une énergie de l'ordre d'un milliard d'électronvolts, et peut être davantage, ce qui est plus que suffisant pour rendre compte de l'ionisation qu'on observe.

D'autres auteurs ont soupçonné l'action des aurores polaires. Mais jusqu'ici les faits observés ne semblent pas appuyer solidement cette hypothèse. Des recherches effectuées au cours de l'année polaire 1932-33 permettront sans doute d'élucider ce point.

Millikan interprète les courbes d'ionisation comme manifestant l'existence de groupes principaux de fréquences dans le rayonnement primaire et il cherche la source des énergies équivalentes dans la formation des atomes. La formation d'un atome d'hélium à partir de 4 protons et de 4 électrons s'accompagne d'une perte de masse et l'énergie qui correspond à cette masse apparaîtrait sous forme de rayonnement de très grande fréquence. Une des bandes spectrales reconnue par Millikan dans les rayons cosmiques correspond d'après lui à la formation d'atomes d'hélium à partir d'atomes d'hydrogène; d'autres bandes correspondraient à la formation d'éléments différents, toujours à partir de l'hydrogène. D'après Millikan, le rayonnement avant de pénétrer dans l'atmosphère ne peut avoir subi une absorption comparable à celle qu'il éprouve dans cette atmosphère et il doit provenir non des étoiles mais des profondeurs de l'espace.

Pour l'astronome anglais Jeans, le rayonnement provient de la transformation des atomes même en énergie radiante. De l'analyse des courbes relatives au pouvoir absorbant, il conclut que la composante la plus pénétrante du rayonnement provient de l'annihilation réciproque d'une particule α et de deux électrons (soit un atome d'hélium) et que l'autre résulte de l'annihilation d'un proton et d'un électron. Quant aux composantes moins pénétrantes que ces deux extrêmes, sans rejeter absolument l'hypothèse que prône Millikan de la synthèse des atomes, il serait plutôt enclin à n'y voir que des radiations secondaires.

D'où jaillissent les rayons ultra-pénétrants? Leur intensité ne dépendant guère ni du temps solaire, ni du temps sidéral, on peut en conclure qu'ils ne proviennent pas du soleil ni des étoiles. La position de la Voie Lactée n'exerçant pas davantage d'influence appréciable, les rayons pénétrants doivent provenir d'Univers situés hors de notre Galaxie.

Jeans se demande aussi à quelle époque ont pris naissance ces rayons cosmiques : « La densité moyenne de la matière dans l'espace universel, écrit-il, est de l'ordre de 10^{-30} g. par cm³. Or, pendant chaque seconde de son existence, le proton de radiation cosmique traverse une couche épaisse de 3×10^{10} cm (vitesse de la lumière), c'est-à-dire qu'il traverse en moyenne 3×10^{-20} g. par cm² de section. Les rayons les plus pénétrants sont atténués de 1 o/o seulement pour 50 g. par cm² de section et il faudrait pour cela, en moyenne dans l'espace, 16×10^{20} secondes, soit quelque 50 000 milliards d'années! Pour abaisser leur intensité à la fraction 1/e (e=2,71828), il faudrait 5 millions de milliards d'années. Ceci dépasse, semble-t-il, l'âge même de l'Univers. Alors, autant vaut dire que les rayons cosmiques les plus pénétrants sont indestructibles. Ils nous témoignent de phénomènes physiques des espaces et des temps les plus reculés, et nous rapportent qu'alors de la matière s'est transformée en pur rayonnement ».

A. Bc.

Chronométrie

L'Heure par téléphone. — Pour connaître l'heure exacte, le public n'a, maintenant, à sa disposition, que les annonces, sans garantie officielle, des postes de radiodiffusion, et les signaux horaires internationaux. Parfaits

pour les navigateurs, ces signaux sont émis à des heures peu fréquentes et incommodes, suivant un code inconnu du grand public, sur des longueurs d'ondes que la plupart des postes d'amateurs ne reçoivent pas. C'est pourquoi le Directeur de l'Observatoire de Paris, M. Esclangon, s'est préoccupé de créer un service de diffusion de l'heure par téléphone. Des services semblables existent déjà à New-York et dans quelques villes d'Allemagne, à l'entière satisfaction des usagers.

Les ateliers Brillié frères ont étudié la possibilité d'établir une horloge parlante à fonctionnement continu. Le choix du procédé à employer s'est porté sur le film parlant, le phonographe ne permettant pas un fonctionnement continu, et le fil aimanté de Poulsen ne présentant pas de garantie de permanence suffisante (*Ann. franç. de Chronométrie*, 1932).

L'horloge comporte un cylindre d'aluminium portant des gorges, divisées en trois séries. Dans ces gorges, est collé un tirage sur papier photographique d'un film parlant. Le cylindre est entraîné, 1/2 tour/sec., par un moteur électrique alimenté par une batterie d'accumulateurs en charge constante sur le secteur. Ce moteur est synchronisé par un régulateur à entretien électrique muni de contacts fermés toutes les 1/2 secondes par le balancier. Le synchronisme du cylindre et de l'horloge est donc assuré.

La reproduction sonore est obtenu par trois reproducteurs comprenant chacun, une lampe à filament rectiligne, dont l'image est projetée sur le film par un objectif, et une cellule photo-électrique recueillant la lumière diffusée par le papier. Ces reproducteurs se déplacent le long du cylindre par un jeu de cames, pour être à chaque instant en face de l'enregistrement à reproduire. Un distributeur tournant met en service successivement les reproducteurs : celui des heures, celui des minutes, et celui des secondes. Le courant photo-électrique est ensuite amplifié.

L'horloge annonce toutes les dix secondes, par exemple, « 10 heures, 26 minutes, 30 secondes », puis un top musical est émis par le régulateur synchronisant. Chaque minute ronde est annoncée de la manière suivante « au troisième point, il sera exactement 10 heures, 27 minutes », puis trois tops sont émis par le régulateur aux secondes 58, 59, 60.

Le nombre des demandes simultanées sera limité à 20, correspondant à la capacité normale d'un banc de sélecteur automatique. Les lampes de reproduction et d'amplification ne seront allumées qu'autant qu'il y aura une demande en cours. Les précautions seront prises pour alerter immédiatement en cas de défaillance de la machine (1).

CH. F.

Météorologie

La Lune et la prévision du temps. — Les marins qui ont fréquenté l'Océan Indien au début du siècle, et qui ont eu le plaisir de mouiller à La Réunion, cette oasis enchanteresse de verdure, n'ont pas oublié le commandant Jean Bertho, capitaine de port à la Pointe-des-Galets. Dès que l'ancre était mouillée, on voyait monter à bord un marin aux cheveux blancs, à la moustache grisonnante, à la carrure athlétique, encore très alerte, bien qu'il eût dépassé la soixantaine, ne dédaignant pas de prendre l'échelle de pilote si votre coupée n'était pas encore en place.

Vous lui rendiez sa visite dans la petite maison de la direction du port, auprès du sémaphore, toute enfouie dans la verdure. Il vous y accueillait avec cette rondeur de geste, cette franche familiarité, qui caractérisent les « capitaines marins ».

Et vous lui faisiez infiniment plaisir, si, en dégustant un verre de cet excellent rhum de La Réunion, (dont on doit toujours garder pleine la bouteille en remplaçant par de petits galets la liqueur qu'on consomme), vous mettiez la conversation sur les cyclones.

C'est ainsi que j'ai fait la connaissance du commandant Bertho en 1905 à bord de l'*Infernet*, commandé par le capitaine de vaisseau Forestier, et, en 1906, à bord du d'*Entrecasteaux*, commandé par le capitaine de vaisseau Lormier.

Après avoir navigué sur toutes les mers du globe, le commandant Bertho, d'origine bretonne, puisque son père était du Croisic, avait été nommé, en 1891, lieutenant de port à la Pointe-des-Galets, sous les ordres du célèbre commandant Bridet, dont l'ouvrage « Sur les ouragans de l'Hémisphère Austral » a été longtemps classique dans la marine. En 1894, Bertho remplaçait le commandant Bridet comme capitaine de port. Il s'adonnait à son tour à l'étude de ces cyclones de l'Océan Indien qui, trop souvent, apportent la désolation dans ces îles merveilleuses de Maurice et de La Réunion. Il ne cessa pas de les étudier jusqu'à sa mort, en 1915.

Que d'excellents observateurs, après toute une vie d'études et de réflexions sur les phénomènes dont ils ont été témoins, ne laissent rien après eux, parce qu'ils n'ont pas pris la peine de rédiger le résultat de leur expérience ! Tel ne fut heureusement pas le cas du commandant Bertho : à plusieurs reprises, dans des journaux et des revues locales, il publia des articles ou des mémoires, qui s'échelonnent depuis sa première étude sur les cyclones en 1902, jusqu'à son dernier rapport sur le cyclone de 1913.

L'Académie de La Réunion vient de réunir en un volume ces œuvres éparses.

Je veux simplement dire quelques mots des idées de Bertho sur l'influence de la Lune sur le temps. Je sais que ce sujet intéresse toujours beaucoup de lecteurs. Dans mon livre *Les Méthodes de prévision du temps*, j'ai consacré tout un long chapitre à étudier une par une les règles de prévision d'après la Lune, sans arriver j'en suis sûr, à convaincre que ces règles sont inefficaces. Aussi indiquerai-je à ceux qui restent partisans de la Lune les règles du commandant Bertho, assez nouvelles bien qu'elles se rattachent en partie à celle de Mathieu de la Drôme.

La méthode du commandant Bertho est basée sur les phases, la déclinaison de la Lune, et la distance de la Lune à la Terre. Il n'est pas le premier à faire intervenir ces trois éléments.

D'abord, les cyclones se forment — et on peut essayer d'appliquer ces règles aux tempêtes de nos régions tempérées — plutôt « quand la Lune marche de la Pleine Lune vers la Nouvelle Lune, dans la proportion suivante :

de la Pleine Lune au Dernier Quartier : 28 o/o ;
du Dernier Quartier à la Nouvelle Lune : 43 o/o ;
de la Nouvelle Lune au Premier Quartier : 17 o/o ;
du Premier Quartier à la Pleine Lune : 12 o/o.

Voilà déjà une indication ».

Continuons à citer le commandant Bertho :

« J'attribue l'influence de la Lune sur nos perturbations principalement au cône d'ombre que notre satellite pro-

(1) On peut, dès maintenant, entendre l'heure de l'Observatoire le vendredi matin, en écoutant au téléphone, après avoir appelé Odéon 84-00.

jette dans l'espace. Dans les environs de la Nouvelle Lune, et quand cet astre se trouve dans le plan de l'écliptique (nœud de la Lune) ou en est rapproché, le cône d'ombre lunaire pénètre dans notre atmosphère ou la frôle en passant : c'est un moment critique...

« Les règles générales que j'adopte pour la prévision des dates critiques sont les suivantes :

1°) Le nœud de la Lune, l'opposition et la conjonction des astres peuvent amener la formation d'une perturbation, mais qui ne sera, peut-être, que secondaire ou locale, si le moment du nœud se trouve éloigné de plus de trois jours du moment de la Nouvelle Lune ou de la Pleine Lune;

2°) Le nœud se présentant du Premier Quartier à la Pleine Lune n'exerce généralement une influence sérieuse que si le nœud se présente dans les deux jours précédant la Pleine Lune;

3°) Si le nœud se présente de la Nouvelle Lune au Premier Quartier, celui-ci n'est à craindre que si le nœud a lieu le lendemain ou le surlendemain de la Nouvelle Lune;

4°) Quand le nœud a lieu de la Pleine Lune au Dernier Quartier, pour que son influence amène une perturbation, il faut qu'il ait lieu pendant un des deux jours suivant la Pleine Lune;

5°) Le moment le plus à redouter est quand le passage de la Lune dans le plan de l'écliptique a lieu du Dernier Quartier à la Nouvelle Lune. Dans ce cas tout le quartier est mauvais, mais plus particulièrement quand ce passage a lieu pendant un des quatre jours précédant la Nouvelle Lune;

6°) Si la Lune est à son périgée, quand se présente une des dates critiques mentionnées ci-dessus, la possibilité d'une perturbation devient plus probable;

7°) Si le Soleil et la Lune se trouvent en même temps dans le plan de l'équateur au moment d'une date critique, la possibilité d'une perturbation s'en augmente ».

D'après le commandant Bertho, les dates critiques déduites de ces règles générales correspondent non seulement aux violentes tempêtes, mais aussi aux tremblements de terre et aux raz de marée.

Et voici les résultats que ceux qui appliqueront la méthode seront en droit d'escompter :

« Pour mille jours non critiques, il a été constaté 4 cyclones, tandis que pour le même nombre de jours désignés comme critiques, il y a eu 120 cyclones ».

J. Rouch.

Optique

Les méthodes de travail et de vérification dans l'industrie de l'Optique. — Le 20 mai 1932, M. Ch. Fabry a fait, à la *Société des Ingénieurs Civils*, une conférence sur « Les méthodes de travail et de vérification dans l'industrie de l'optique » que nous nous proposons de résumer brièvement.

Il existe une extrême variété d'instruments d'optique, mais tous servent à transformer, dans des conditions déterminées, des faisceaux de rayons incidents en faisceaux de rayons émergents ayant une constitution différente. Plus généralement, un instrument d'optique sert à modifier la forme des ondes qui tombent sur lui. Dans un appareil photographique, par exemple, l'objectif doit transformer les ondes sphériques divergentes qu'il reçoit des divers points du sujet en ondes sphériques convergentes dont les centres sont les images des divers points et cela de telle manière que ces images forment une perspective correcte du sujet.

Pour obtenir ces modifications de la forme des ondes, l'opticien ne dispose que de deux moyens : la réflexion et la réfraction. Pour que ces phénomènes se produisent avec la simplicité des lois de l'optique, il est nécessaire que les surfaces sur lesquelles les ondes lumineuses se réfléchissent et se réfractent ne présentent que des aspérités de petites dimensions par rapport aux longueurs d'onde lumineuses. Ces longueurs d'onde variant approximativement entre 0,4 μ et 0,8 μ environ, un bon poli optique exige que les aspérités des surfaces aient des dimensions très inférieures à ces valeurs.

Le verre est la matière première habituelle de l'opticien; il est employé tel quel pour les réfractions et recouvert d'une couche métallique pour les réflexions. Le verre d'optique ne diffère guère, comme composition chimique, des verres ordinaires; il offre seulement une variété un peu plus grande de constituants (silice et parfois acide borique unis à des oxydes de potassium, sodium, calcium, baryum et plomb). Mais on lui demande une grande transparence, une parfaite homogénéité et une absence complète de tensions internes.

La réalisation d'un instrument d'optique nouveau doit être précédée de la détermination, au moyen du calcul, de la forme exacte des surfaces et de la nature des verres, de manière que l'instrument produise sur la forme des ondes les modifications désirées. Ces calculs, très longs, ne peuvent être effectués que par approximation. Dans la réalisation des formes indiquées par le calcul, une très grande précision est nécessaire. D'après une règle due à Lord Rayleigh, un appareil peut être considéré comme satisfaisant si l'onde lumineuse qui en sort ne diffère de sa forme théorique que de quantités inférieures au quart de la longueur d'onde; et encore cette limite est-elle regardée comme trop lâche pour obtenir réellement la perfection. Habituellement, la tolérance admissible sur la forme des surfaces ne dépasse guère un dixième de micron. Le verre brut est livré en plateaux que l'on commence par tailler grossièrement au diamant, ou plus souvent en pièces moulées ayant déjà très grossièrement, la forme que l'on désire obtenir.

Pour achever de donner au verre la forme voulue, l'opticien ne dispose que d'un seul procédé, l'usure de la surface au moyen d'un abrasif; si cet abrasif est en grains grossiers, l'usure pourra être rapide, mais la surface sera grossièrement dépolie; la pièce sera seulement dégrossie. En employant des poudres de plus en plus fines; on obtiendra la surface doucie et enfin polie. Comme abrasif, on emploie pour l'ébauchage : le grès (silice en poudre grossière) et pour le polissage : l'émeri (alumine), le tripoli (silice très fine), le rouge (oxyde de fer), l'oxyde de cérium, l'oxyde de chrome et même la potée d'étain.

Les formes que l'on cherche à réaliser étant presque toujours des surfaces de révolution sont obtenues par un travail au tour. L'obtention de surfaces avec le degré de précision requis exige des procédés de vérification très précis, qui peuvent être divisés en deux groupes :

1°) Les procédés où l'on utilise les propriétés des rayons lumineux, le plus souvent par réflexion, la surface étant parfaite si la marche des rayons réfléchis est bien celle que prévoit l'Optique. Les nombreuses variantes de ces méthodes (méthode de Foucault, méthode de Hartmann, méthode du quadrillage, etc.) sont employées pour la vérification des grandes pièces (miroirs de télescopes, objectifs astronomiques, miroirs de projecteurs).

2°) Les procédés basés sur l'emploi des interférences, qui donnent directement la forme d'une surface par comparaison avec une surface type obtenue une fois pour toutes. Si, sur un plan-étalon on pose la surface à étudier

et qu'on l'éclaire normalement par de la lumière monochromatique, on observe, dans la couche d'air qui sépare les deux surfaces, un système de franges localisées qui dessinent les lignes d'égale épaisseur de la couche d'air et, par suite, donnent, en courbes de niveau, la carte topographique de la surface étudiée. D'une courbe à la suivante, l'épaisseur croît d'une demi-longueur d'onde, soit environ un quart de micron. Si la surface essayée doit être plane, les franges doivent être un système de droites parallèles, équidistantes, que l'on peut amener à la teinte plate lorsque les deux surfaces sont amenées au parallélisme. Pour vérifier les surfaces sphériques, on se servira d'un calibre, également sphérique, concave, si la surface à essayer est convexe et inversement; la surface essayée doit s'appliquer exactement sur le calibre ayant le rayon voulu et cela se reconnaît à la possibilité d'obtenir la teinte plate.

« Ces méthodes d'examen, conclut M. Fabry, susceptibles de nombreuses variantes, ne sont pas nécessairement confinées dans l'industrie de l'optique. Elles rendent déjà de grands services et pourraient en rendre de plus grands encore, dans toutes les industries de haute précision, en particulier pour la confection et la vérification de tous les instruments de contrôle, dont l'emploi se développe et se perfectionne de jour en jour. De ce point de vue, les méthodes des opticiens méritent d'être connues même des personnes que l'optique n'intéresse pas directement ».

A. Bc.

Psychiatrie

Nervosisme et irritabilité. — La compréhension du nervosisme, de la nervosité, n'est possible que si l'on possède quelques notions précises sur les émotions douloureuses ou afflictives. La clarté projetée par les études de J. Tastevin sur les particularités de la réflectivité émotionnelle douloureuse est loin d'être aperçue de tous les neuro-psychiatres, bien que les travaux de cet auteur remontent déjà à plus de vingt années. Quelques-uns, comme en cachette, sans le citer, utilisent ses recherches dont l'influence est manifeste dans leurs publications. La distinction, fixée par lui, de l'énervement, de l'anxiété, du chagrin est, en particulier, capitale si l'on veut vraiment saisir ce qu'est la nervosité ou le nervosisme. Sans aucun doute, dans la pratique courante, la nervosité, chez un sujet donné, c'est une disposition à l'énervement qu'on peut dire exquise, et plus encore à l'énervement exprimé qu'à l'énervement contenu, quoique les deux formes de cette émotion puissent se succéder assez rapidement (énervement contenu ou refoulé d'abord, énervement exprimé ensuite). Quant à l'irritabilité, comme la colère, elle désigne plutôt la relation qui existe entre l'émotion du sujet et sa cause extérieure (la cause est le plus souvent une contrariété, une vexation, un mal fait par autrui, volontairement ou non).

Voyons ici quelques maladies ou états névro-psychopathiques dans lesquels l'énervement, la nervosité, l'irritabilité, sont particulièrement développés.

a) L'asthénie chronique séquelle. — Il est une forme d'asthénie chronique séquelle (séquelle de surmenage, séquelle de traumastisme, séquelle d'infection ou d'intoxication, etc.), dans laquelle la disposition à l'énervement est formidablement accusée. Chez ces patients, l'asthénie musculaire et psychique, du fait sans doute du tempérament ou de la constitution de l'individu, crée et développe merveilleusement les réactions à base d'énervement exprimé. Le terme « faiblesse irritable », autrefois couramment employé, veut dire sans doute que l'épuisement nerveux et mental favorise l'apparition des tendancs colériques. Cela est exact chez un très grand nombre d'asthéniques, épisodiques ou chroniques, pas chez tous. On notera toutefois que, dans l'asthénie chronique séquelle, l'irritabilité est si commune qu'on doit toujours la rechercher, si le symptôme, lors de la consultation, est très marqué et si l'examen organique, cela va de soi, est négatif.

b) L'asthénie périodique. — Dans l'asthénie périodique, qui constitue, avec l'asthénie chronique séquelle les deux seules maladies véritablement asthéniques, l'irritabilité est généralement moindre que dans l'asthénie chronique séquelle. Lorsqu'elle est bien développée, c'est que, sans aucun doute, il existe chez le sujet des prédispositions qui sont éveillées par l'accès d'asthénie constaté. De tels malades font rarement de grandes colères ; leur énervement est momentané, non pas durable ; seuls, au repos, ils redeviennent assez rapidement calmes, comme cela s'observe aussi, du reste, dans l'asthénie chronique séquelle. Ils sont maintes fois très inquiets, anxieux presque de leur état : il ne faut pas confondre chez eux l'agitation anxieuse avec l'agitation à base d'énervement.

c) L'hyperthymie coléreuse constitutionnelle. — Parmi les manifestations dysthymiques congénitales, l'hyperthymie coléreuse constitutionnelle est une des plus communes, d'autant qu'elle a l'occasion de se manifester presque quotidiennement. Maintes fois, lorsqu'on entend dire d'un individu : « C'est un nerveux », cela signifie : « C'est un sujet qu'un rien contrarie ou mortifie... Il ne fait pas de grandes colères, mais tout l'énerve et l'agace... » Dans ce cas, l'observateur est en présence d'une anomalie du caractère, sans plus. Le nombre des personnes constitutionnellement nerveuses ou colériques est de beaucoup supérieur au nombre des personnes constitutionnellement anxieuses et mélancoliques. Pourtant, chez les individus à émotivité riche et variée, les diverses tendances peuvent se succéder dans le temps et même à des intervalles très rapprochés. Notons, ici, que dans les *états passionnels*, qui ne sont pas des maladies, surtout dans les états passionnels contrariés, on peut observer un développement extraordinaire de l'irritabilité, en général non durable, à moins qu'il ne s'agises de haine.

d) Les obsessions-phobies. — Dans les obsessions-phobies, qui sont essentiellement des parathymies à base d'anxiété, comme l'a démontré J. Tastevin, l'énervemnt est d'ordinaire peu accusé. Les malades de cette sorte peuvent être nerveux, irritables, mais surtout on augmente leur nervosité lorsqu'on ne les comprend pas. Chez quelques-uns d'entre eux (cinq ou dix pour 100), lorsqu'on les agace ou irrite, la disposition à l'énervement est si développée qu'ils se livrent à des bris d'objets et à des violences sur les personnes. C'est dans de tels cas que le placement à l'asile des aliénés s'impose parfois, sans délai. Un entourage ignorant, ou rigoriste, ou prétentieux, est maintes fois cause de l'aggravation chez ces malades des réactions nerveuses.

e) Les délires et démences. — Dans les délires, surtout à la période de début, et aussi à la période d'état, on note quelquefois une grande irritabilité du patient, par exemple dans le délire de la persécution ; cette irritabilité est rarement observée dans la mélancolie et l'hypocondrie. Ce sont les contrariétés, quotidiennes presque, mal supportées de ces malades, qui déclenchent les impulsions nerveuses. Lorsqu'ils éprouvent de l'asthénie, secondairement à leur douleur morale, l'irritabilité de ce fait paraît encore accrue.

Dans les démences, à la période de début (paralysie générale, démences dites organiques, démence précoce), on note souvent encore des symptômes d'énervement

exprimé. Il se pourrait que là aussi, comme dans les délires, l'asthénie qui accompagne la maladie, joue un rôle dans le développement marqué de l'irritabilité.

f) Les maladies chroniques diverses. — Il n'est pas rare d'observer des phénomènes d'irritabilité véritablement exquise dans certaines maladies durables ou chroniques, de cause organique, par exemple chez les hémiplégiques chroniques, par exemple chez les rhumatisants chroniques, etc. Nous avons dans notre service un hémiplégique chronique qui ne présente que de l'irritabilité, mais de l'irritabilité quotidienne (hyperthymie coléreuse chronique) ; nous l'avons mis en liberté trois fois, trois fois il nous a été ramené après quelques mois d'hospitalisation dans des services ordinaires. Diverses maladies chroniques (hépatite, néphrite, cancer, diabète, etc.) s'accompagnent d'asthénie chronique ; dans quelques-uns de ces cas, le nervosisme du patient est très développé et il se peut que l'asthénie générale contribue à l'exaltation de l'énervement.

Tel nous apparaît le nervosisme considéré du point de vue neuro-psychiatrique. Quid de l'étiologie ? Quid du traitement ? Ce sont des questions fort complexes parce que chaque malade mérite une étude longue et spéciale.

En principe, chez les « nerveux », on observe de la sympathicotonie ou de l'hyperthyroïdisme. Mais il y a tant de mobilité dans la constatation de ces symptômes qu'on ne saurait, d'après eux, conclure toujours avec efficacité au point de vue thérapeutique. Leur découverte, leur précision constituent des guides et fournissent des directives au praticien. Signalons brièvement que nous prescrivons : — dans l'énervement, valériane ou bromure ; — dans l'anxiété, les barbyturiques ; — dans le chagrin (sans anxiété), l'opium. Ajoutons qu'en cas d'échec nous recourons aux médications alternées et le soir seulement, par exemple gardénal et sédobrol ; somnifène et valériane ; véronal et sédormid, etc. Mais dans tous ces cas, le traitement moral, prolongé, patient, quotidien, affectueux presque, ne doit *jamais* être négligé.

R. Benon,

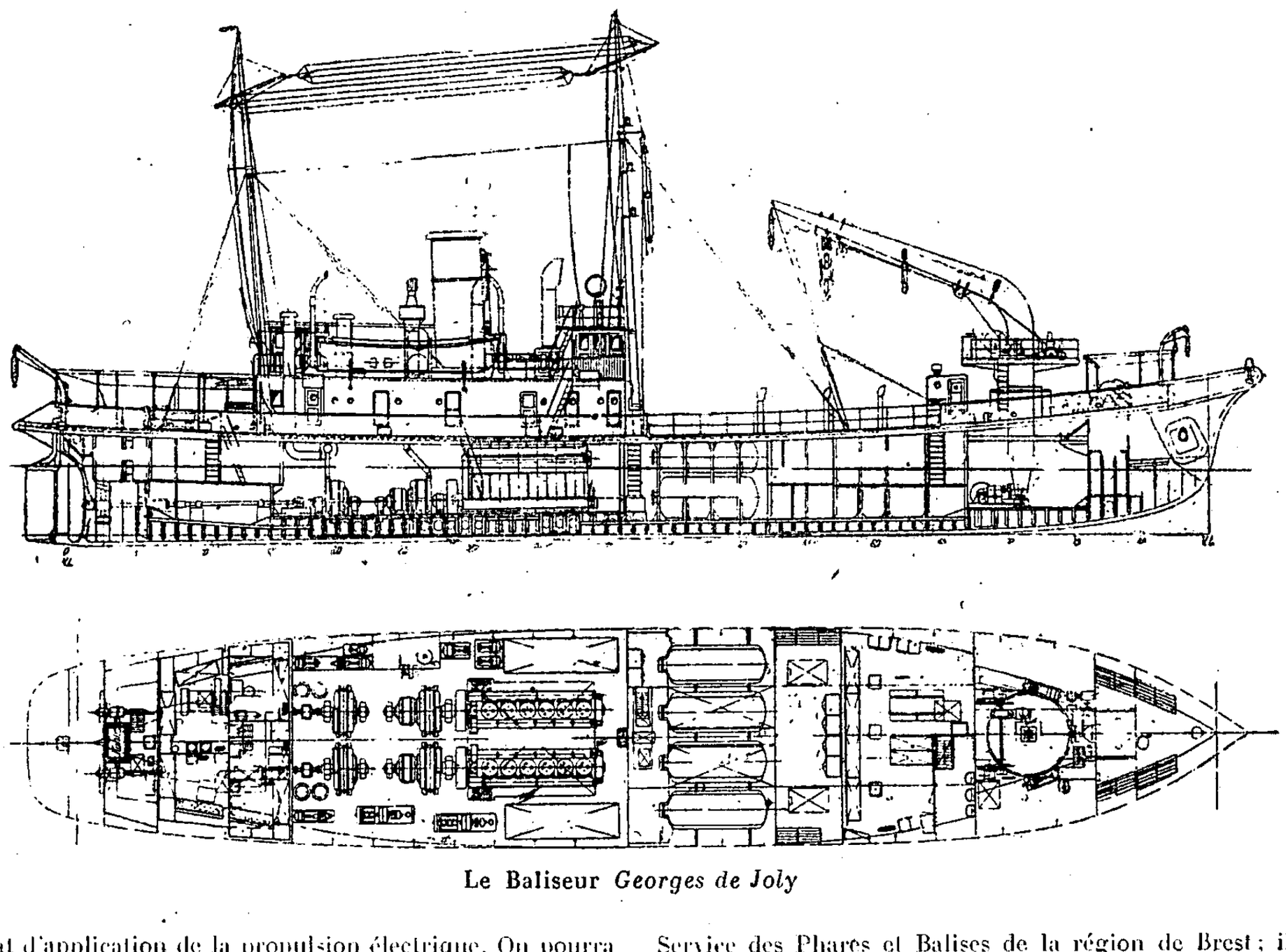
Médecin du Quartier des Maladies mentales
de l'Hospice Général de Nantes.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

Navires à destination spéciale. — *Le baliseur Georges-de-Joly.* — Ce petit bâtiment offre un exemple très intéressant d'application de la propulsion électrique. On pourra le rapprocher de celui du bateau-pompe *Alerte*, précédemment décrit. Il s'agit pareillement d'un bâtiment de servitude, pour lequel l'adaption de la propulsion électrique découle très naturellement de l'importance relative de l'appareillage auxiliaire, par rapport à celle des appareils de propulsion.

Le *Georges-de-Joly*, construit en Allemagne au titre des réparations, a été livré au cours de l'année 1931 au Service des Phares et Balises de la région de Brest ; il est le premier d'une série de bâtiments similaires, dont la construction a été confiée, au cours de l'année 1932, à l'industrie française. Il ne sera pas sans utilité d'attirer un instant l'attention sur les derniers perfectionnements.



Le Baliseur *Georges de Joly*

d'un matériel de caractère spécial, sans doute, mais appelé à rendre de grands services et, en outre, particulièrement apte, à mettre en évidence les avantages que la généralisation de l'emploi électrique est susceptible de réaliser.

Les bateaux baliseurs ont à fournir, on le sait, un service assez dur, qui requiert des qualités particulières de robustesse et d'endurance. Les objets essentiels de leur mission consistent en la mise en place et le relevage des bouées, avec leurs chaînes, le changement périodique des réservoirs à gaz qui alimentent les bouées lumineuses et, enfin, le ravitaillement des phares.

De cette destination résulte la nécessité d'un outillage relativement important. L'installation dite auxiliaire comprend à la fois des appareils de levage, pour la manœuvre des bouées, des compresseurs pour le chargement des réservoirs. D'autre part, la nature du service exige un appareil propulsif robuste, souple et suffisamment puissant.

L'électricité permet de satisfaire à ces multiples emplois avec des avantages qu'il est désormais superflu de démontrer. Il me suffira de décrire à grands traits l'installation dans ses principales caractéristiques.

Les dimensions du navire sont 55 m. 10 en longueur, 9 m. 50 en largeur, pour 7 m. 75 de tirant d'eau. La coque, robuste et pleine, rappelle les formes des chalutiers, avec l'étrave des bâtiments mouilleurs de câbles. La machinerie occupe la plus grande partie de la moitié arrière du navire. A l'avant, est installée une très forte grue, qui achève de donner au bâtiment sa physionomie spéciale. Cet appareil de levage assure la manœuvre des bouées et des réservoirs à gaz au moyen de trois crochets, l'un de 25 tonnes et les deux autres de 4 tonnes. Deux treuils électriques sont utilisés pour la manœuvre, l'un pour le crochet principal, l'autre pour les deux crochets auxiliaires.

Le compartiment des machines contient à la fois ce que l'on peut appeler la centrale, les compresseurs et les moteurs de propulsion. La centrale est constituée par deux moteurs Diesel conduisant chacun deux génératrices à courant continu.

Les moteurs sont du type M.A.N., à quatre temps et simple effet, à six cylindres de 425 d'alésage et 600 m/m de course. Chaque moteur développe 650 CV. à 250 tours; il conduit une dynamo principale de 430 kw. —500 volts et une dynamo auxiliaire de 74 kilowatts—228 volts.

A l'arrière des dynamos sont installés les deux moteurs de propulsion, dont chacun actionne une hélice. Chaque moteur peut développer 650 CV. Le contrôle des moteurs est réalisé par couplage Ward-Léonard.

A l'avant du compartiment des machines se trouve celui des réservoirs à gaz, destinés aux bouées lumineuses. Les réservoirs sont au nombre de huit, disposés en deux rangées de quatre superposées, de telle sorte qu'ils puissent être aisément soulevés par la grue d'avant. Chaque réservoir a une capacité de 58 mètres cubes. Le gaz est envoyé dans les réservoirs, à l'embarquement, à la pression de 7 kgs, réalisée par une station à terre. Ensuite, la pression est élevée à la valeur d'utilisation, qui est de 15 kgs, par les moyens du bord. Ce chargement est effectué par deux compresseurs. L'installation comporte deux groupes de générateurs-compresseurs, actionnés l'un par un moteur de 25 CV. à 740 tours et l'autre par un moteur de 14 CV. à 800 tours.

On retiendra la disposition du compartiment des machines, assez nette sur le plan, comme caractéristique de la plupart des bâtiments de servitude récents à propulsion électrique. De chaque côté des moteurs Diesel, sont installés les réservoirs à gaz-oil.

Le Service des Phares et Balises a commandé quatre baliseurs de type analogue, deux aux chantiers de la Loire à Nantes et deux aux établissements Augustin Normand, au Havre.

Navires à propulsion mixte. Il existe une catégorie de navires pour laquelle l'emploi de moteurs de propulsion électriques peut, dans certaines conditions du moins, présenter un intérêt certain. C'est celle des bâtiments utilisant conjointement la voile et le moteur. Sans doute ne s'agit-il pas là d'une application appelée vraisemblablement à se développer d'une manière inattendue, mais il existe encore quelques cas spéciaux où la propulsion mixte apporte une solution parfaitement adaptée aux besoins pratiques. Il en est ainsi notamment pour certaines catégories de bateaux de pêche. Toutefois, l'emploi de l'électricité à la propulsion implique des installations relativement importantes et l'on ne saurait l'envisager actuellement que dans l'hypothèse, par elle-même raisonnable, de transformations plus ou moins profondes du matériel et de pêche et surtout de la concentration de celui-ci. C'est sous réserve de cette condition que l'on peut envisager l'intérêt actuel de quelques applications particulières, transposées éventuellement dans le domaine de la pêche ou encore du yachting.

Tel est le cas de bâtiments tels que l'*Amerigo-Vespucci*, navire-école de la Marine de guerre italienne, mis en service vers la fin de 1931 et le *Cristoforo-Colombo*, de type presque similaire, de deux années antérieur au précédent. L'*Amerigo-Vespucci* est un grand voilier à trois mâts, dont le développement atteint 3700 tonnes. La surface de la voilure est de 1900 mètres carrés. Deux moteurs Fiat de 1250 CV. actionnent chacun une dynamo Marelli de 750 kw.—230 v. L'arbre d'hélice unique est actionné par deux moteurs électriques développant ensemble 2000 CV. à 150 tours, ou séparément 1000 CV à 120 tours.

Le *Cristoforo-Colombo* est à propulsion turbo-électrique.

Ces applications, intéressantes par elles-mêmes, sont de nature à ouvrir de nouvelles perspectives sur l'avenir de la propulsion mixte, en relation avec l'évolution commençante du matériel de la grande pêche.

Louis Basso.

Urbanisme

Un matériau isolant contre le bruit. — Certaines associations urbaines commencent à se préoccuper de préserver nos demeures, surtout dans les grandes villes, contre les bruits qui montent de la rue. Quelles que soient les réglementations imposées, elles n'empêcheront pas les mille bruits inhérents à la circulation toujours de plus en plus active. Jadis, on ne s'en préoccupait que pour y soustraire les chambres occupées par les malades; demain, ce sera chacun de nous qui aura besoin de cette protection dans ses occupations habituelles. Il semble donc qu'on ne puisse opérer efficacement qu'en s'adressant aux constructions elles-mêmes.

Divers modes sont actuellement à l'étude et des brevets sans nombre sont pris à ce sujet dans tous les pays du monde. Nous croyons qu'un matériau, assez peu connu d'ailleurs, est appelé à jouer dans cet ordre d'idée un rôle considérable : nous voulons parler du Kieselguhr.

Nous continuerons à employer indifféremment l'appellation « Kieselguhr » (de l'allemand, limon siliceux) quoique tout le monde soit d'accord maintenant pour reconnaître dans ces terres une accumulation de débris d'algues, de la famille des diatomées, et pour les dénommer plus correctement diatomites.

Ces algues sont microscopiques ; parmi les espèces qui jusqu'à maintenant ont été nettement classées, aussi bien

dans celles vivantes de certaines rivières actuelles, que dans les débris « post mortem » qui constituent les gisements, on a trouvé un squelette identique. Partout c'est la cellule unique à « test » siliceux. L'accumulation a eu lieu par sédimentation, soit au sein de la haute mer de l'époque tertiaire, soit au fond des lacs de la même période, d'où deux sortes de diatomite : celle d'eau douce et celle marine, d'ailleurs de composition parfaitement identique.

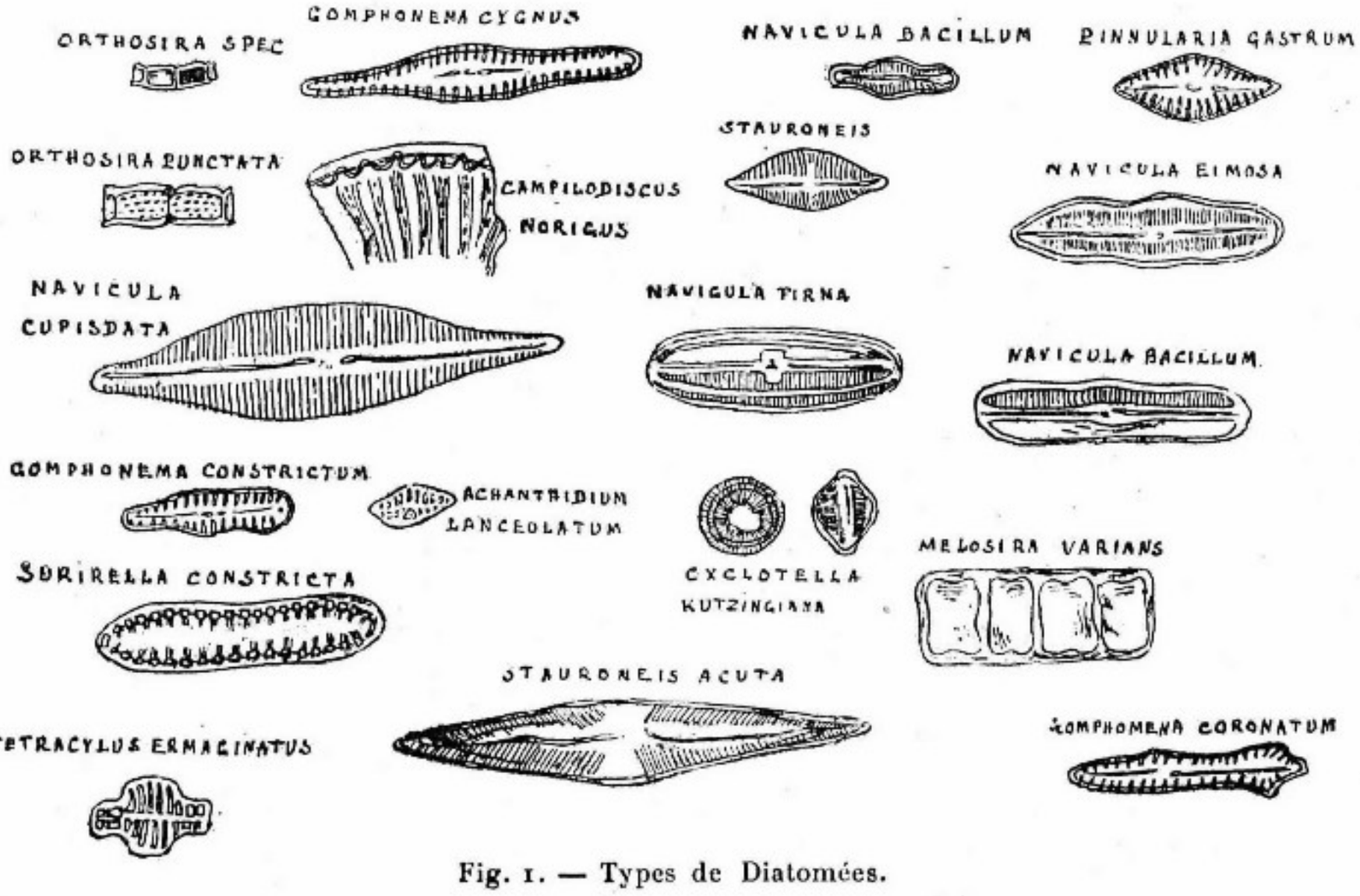


Fig. 1. — Types de Diatomées.

On comprend aisément que pareil entassement ait constitué des pores innombrables entre les parois siliceuses. Déjà le savant naturaliste Ehrenberg qui supposait, comme tout le monde à son époque, être en présence d'organismes animaux (infusoires) avait compté, dès 1870, qu'un pouce cube de cette farine fossile renfermait 41 milliards d'individus.

Aujourd'hui, grâce au progrès des appareils de grossissement, on voit que la matière est divisée à l'extrême de telle sorte que la substance siliceuse n'occupe que 20 o/o environ du volume total. D'où explication de la densité apparente de la diatomite qui ne dépasse guère 0.40 tandis que la densité vraie, c'est-à-dire celle de la silice hydratée, est de 2.

C'est cette porosité extrême, plus grande que dans n'importe quel autre minéral, qui a fait employer le kieselguhr à l'isolation thermique ; depuis de nombreuses années, la plupart des produits calorifuges en sont constitués. Et cette même texture en fera une matière capable d'absorber le son et, par suite, d'en faire un isolant. Des essais probants ont été faits dans de nombreux laboratoires et quelques réalisations ont vu le jour pour les salles d'audition musicale ou pour les cabines téléphoniques.

Il est évident que tous les dépôts de ces vases siliceuses organiques, n'ont pas la même pureté ; parfois des déchets d'autres organismes, animaux ceux-là, s'y sont mélangés y apportant des éléments calcaires ; d'autres fois ce sont des argiles, des sels alcalins ou métalliques en suspension dans les eaux de sédimentation qui s'y sont introduits. Complètement pure, la diatomite répond à la composition suivante : 92 o/o de silice et 8 o/o d'eau, mais rarement elle existe à un tel état et on considère comme un excellent produit celui qui renferme approximativement les teneurs suivantes :

Fig. 2. — Terre de diatomées grossie, provenant de Saint-Denis-du-Lig.

Silice	85 o/o
Oxyde de fer et alumine	2 o/o
Chaux et magnésie	3 o/o
Potasse et soude	1 o/o
Eau et matières organiques	9 o/o

L'emploi de la diatomite comme isolant du son pourra se faire de différentes façons : elle pourra être utilisée à l'état pulvérisé, comme on le fait pour les revêtements calorifuges et introduite judicieusement dans les constructions ; on pourra découper dans les gîtes eux-mêmes des blocs de toutes formes qu'on adaptera ensuite dans les maçonneries ; on pourra surtout fabriquer de véritables briques qui seront cuites avec des liants. Cette pratique a déjà lieu pour obtenir des matériaux légers et aussi des

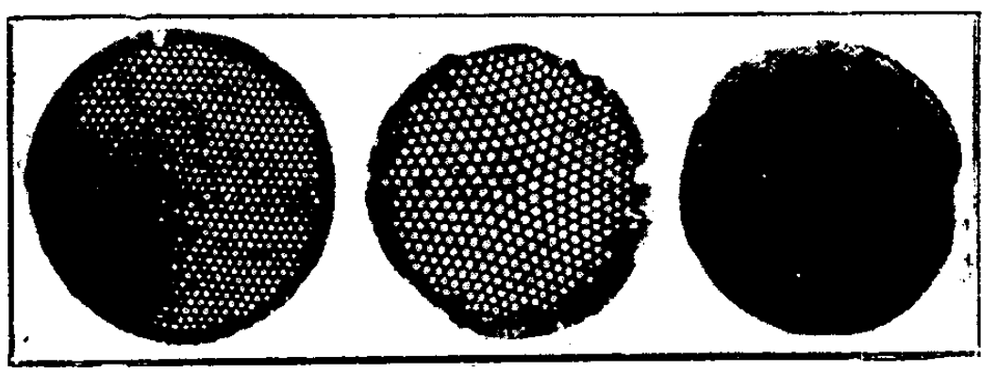


Fig. 3. — Diatomées fortement grossies.
1. *Cuscinadiscus lineatus.*
2. — *excentricus.*
3. — *subtilis.*

produits réfractaires et c'est, croyons-nous, celle qui s'étendra aux matériaux insonores.

Il faut cependant avouer que pour conserver intacte la structure de la diatomite et en même temps toutes ses propriétés absorbantes, la température de cuisson ne devra

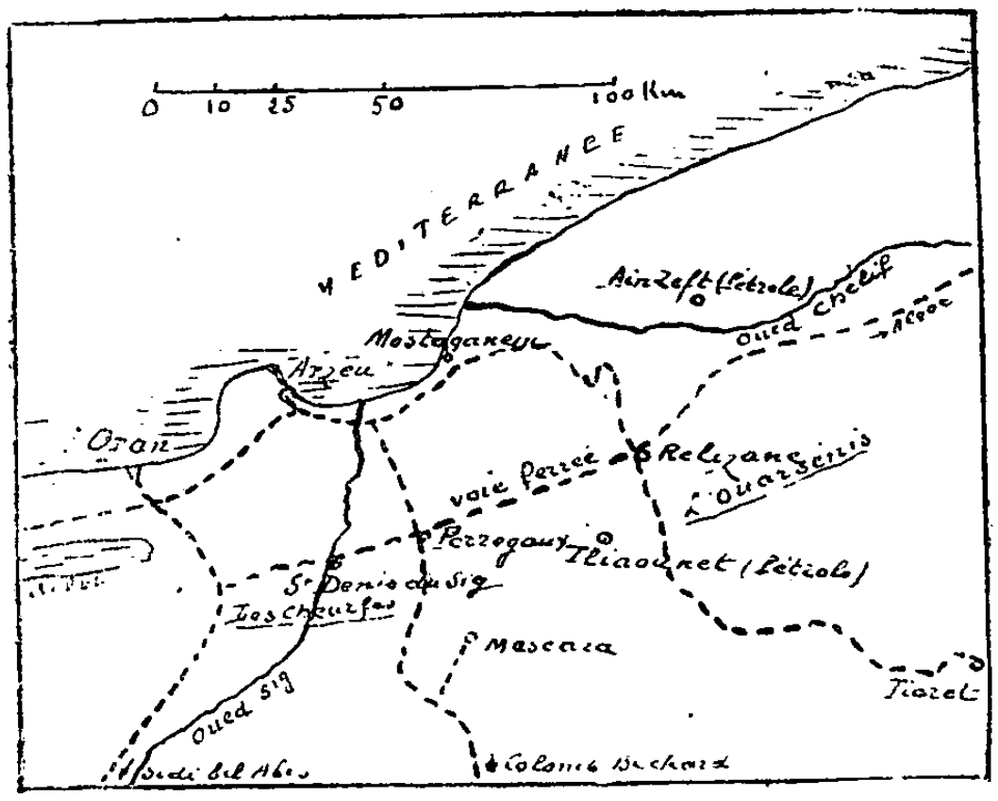


Fig. 4. — Les Cheurfas où gisent les kieselguhr par rapport aux voies ferrées.

pas dépasser 870°, point évidemment trop faible pour obtenir une brique réellement résistante. Au-dessus de 870° il y a transformation de la silice hydratée en tridymite et graduellement disparition de l'état cellulaire très divisé.

Mais comme tout porte à croire que les briques isolantes seront employées conjointement à d'autres matériaux qui, eux, apporteront les résistances suffisantes, cet inconvénient sera tout à fait secondaire.

Reste à savoir si nous possédons suffisamment de ces terres à diatomées pour satisfaire les besoins qu'amèneraient une telle utilisation. En France nous sommes assez mal partagés : on exploite quelques gîtes de faible envergure (Murat, Riom-ès-Montagne) et dans le Vivarais aux environs de Privas ; on en connaît d'autres, mais de qualité trop impure, dans la région du Cher ; par contre, nos possessions du Nord-Afrique en renferment des dépôts considérables. On en connaît en Tunisie et au Maroc, on en exploite depuis trente ans dans les montagnes des Cheurfas, aux environs de Saint-Denis-du-Sig. Là l'extraction a déjà atteint 10.000 tonnes annuelles, d'une qualité qui répond sensiblement à l'analyse donnée plus haut : des prospections ont dévoilé d'énormes possibilités.

L'isolement du bruit s'ajoutera aux multiples usages qui, à bref délai, feront de la diatomite un minerai de première importance industrielle.

V. C.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 21 novembre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Brelot.* — **Sur l'allure des fonctions sous harmoniques au voisinage d'un point singulier ou non.**

— *A. Denjoy* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les caractéristiques du tore.**

— *J. Devisme* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur quelques applications des fonctions hypergéométriques.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *G. Bourion* (prés. par M. Hadamard). — **Sur uns classe de série de Taylor.**

ÉLASTICITÉ. — *R. L'Hermite* (prés. par M. Mesnager). — **Pièces rectangulaires planes de faible épaisseur soumises à des pressions périphériques situées dans leur plan.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *B. Gambier.* — **Congruence de cercles : points focaux et surfaces focales.**

GÉOMÉTRIE. — *L. Chamard* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur certains points singuliers des ensembles isodistants d'un ensemble ponctuel.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Y. Rocard* (prés. par M. H. Villat). — **Sur la formation des ions négatifs d'après la mécanique quantique.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *B. Lyot* (prés. par M. Esclangon). — **L'observation directe des protubérances à Meudon.**

La méthode directe n'avait été employée jusqu'ici que pendant les éclipses totales. Elle a été utilisée, en 1930 et 1931, par l'auteur qui a réussi à observer directement les protubérances et à les photographier au Pic du Midi sans qu'il y ait eu d'éclipse. A Meudon avec le même appareil, les résultats ont été médiocres, même avec un bon écran rouge. M. Lyot a été amené ainsi à étudier un écran monochromatique très transparent pour la raie rouge H_α de longueur d'onde 6563 Å et ne laissant passer qu'une petite portion du spectre continu ; il donne la description de cet écran.

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *M. Schérer* (prés. par M. Cotton). — **Dichroïsme circulaire magnétique et dispersion rotatoire magnétique anormale des solutions de chlorure de cobalt.**

— *A. Cotton.* — **Remarques à propos d'une Note de M. Schérer sur le dichroïsme circulaire magnétique et sur la dispersion rotatoire magnétique.**

SPECTROSCOPIE. — *J.J. Agarbiceanu* (prés. par M. Cotton). — **Sur l'absorption de la lumière de fluorescence de I_2 par cette même vapeur.**

On met entre la fente du spectrographe et le ballon renfermant la vapeur fluorescente un ballon non vidé, en verre, contenant une trace d'iode. Le ballon est placé dans un four électrique et la lumière de la fluorescence, produite à l'aide d'un dispositif où une lampe Cooper-Hewitt en verre servant de source, la traversait. L'auteur a fait sur une même plaque quatre poses à temps d'exposition égale à 23°, 105°, 203° et 270°. Un graphique donne en fonction de la température la variation du noircissement produit par chaque raie sur la plaque. De cette étude, l'auteur tire des considérations sur le spectre d'absorption de I_2, qu'il énonce.

ELECTROCHIMIE. — *P. Jacquet* (prés. par M. G. Urbain). — **Etude des tensisns dans le cuivre électrolytique déposé en présence de quelques colloïdes.**

L'auteur est conduit à diviser en trois groupes les substances qu'il a étudiées : 1er groupe : substances très actives, *gélatine* et *sérum albumine*, colloïdes ayant un nombre d'or faible (0,005 à 0,10).

2e groupe : substances peu actives, *gomme arabique* et *adragante*, nombre d'or moyen (0,15 à 2);

3e groupe : Substances à peu près inactives, *glycocolle*, *dextrine*. Le nombre d'or de la dextrine est élevé (6 à 12). Quant au glycolle on peut le considérer comme ayant un faible pouvoir protecteur dû à son moment permanent.

Il existe donc, pour les colloïdes examinés, un certain parallélisme entre l'activité protectrice et l'activité sur le dépôt métallique.

— *H. Forestier* (prés. par M. G. Urbain). — **Influence du champ magnétique sur l'électrolyse des sels de nickel.**

Le champ magnétique ne semble avoir aucune influence en milieu basique, mais peut diminuer considérablement la vitesse de dépôt électrolytique du nickel lorsque l'acidité de l'électrolyte est supérieure à une certaine valeur.

L'étude des variations de la vitesse de dépôt électrolytique en fonction du champ magnétique a montré que le poids de nickel déposé, diminue d'abord rapidement quand le champ augmente, puis de plus en plus lentement dans les champs forts, comme si le phénomène dépendait de la saturation magnétique du métal.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *G. Claude.* — **Sur la fabrication de l'oxygène industriel.**

L'auteur montre les perfectionnements réalisés en Allemagne dans l'industrie de la séparation des éléments de l'air par voie de liquéfaction, perfectionnements dûs à M. Frankl, surtout en ce qui concerne l'*"air suroxygéné* qui peut prendre aujourd'hui dans l'industrie métallurgique et l'industrie chimique la place que M. Claude avait prévue il y a trente ans.

CHIMIE MINÉRALE. — *Picon* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la sulfure de thorium.**

Le sulfure de thorium pur doit être préparé à une température de 1.600° dans une nacelle de graphite par action de l'acide sulfhydrique sur l'oxyde de thorium. Ce composé est particulièrement stable et ne subit aucune action par la chaleur au-dessous de 1925°. La fusion dans le vide s'effectue à cette température et elle s'accompagne d'une très légère volatilisation. La désulfuration et la carburation ne prennent naissance que bien au-dessous de 2.000°. Le produit formé est le C^2 Th.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Mme Ramart-Lucas* et *Mme Grumez* (prés. par M. G. Urbain). — **Couleur et structure des oxyures et des semi-carbazones.**

L'absorption dans l'ultra-violet, des oximes et des semi-carbazones montre que non seulement ces substances peuvent exister sous deux formes stéréo-chimiques, mais aussi sous deux formes isomères dans lesquelles le groupe fonctionnel est différent.

— *Ch. Dufraisse* et *R. Buret.* — **Recherches sur les oxydes organiques dissociables. Extension des procédés de création des rubrènes. Application à la synthèse d'un dichlorodiphénylrubène, C^{30} H^{18} Cl^{12}: préparation pratique de ce corps à partir du dibenzoylméthane.**

Les auteurs montrent que par un traitement convenable au pentachlorure de phosphore, on transforme le dibenzoylméthane en un rubrène d'un type nouveau, le dichlorodiphénylrubène.

CRISTALLOGRAPHIE. — *S. Goldsztaub* (prés. par M. Wallerant. — **Structure cristalline de la gœthite.**

ECONOMIE FINANCIERE. — *Ch. Lallemand.* — **La crise mondiale et l'étalon-or.**

L'auteur expose la situation mondiale actuelle au point de vue économique. Il pense que le premier remède à y apporter consiste à rétablir l'étalon-or sous une forme qui le mette à l'abri de la spéculation, c'est-à-dire sous la forme d'un *étalon unique, international comme le mètre*. Cet étalon pourrait être le *gramme d'or fin* auquel on donnerait le nom de *Kriso* (du grec *Khrysos*, or) sans qu'il soit d'ailleurs nécessaire de le réaliser matériellement. On l'emploierait exclusivement comme *monnaie de compte*. Les créances exprimées en *krisos* seraient réglées au moyen des monnaies nationales actuelles (or ou papier) conservées sans changement.

Ces dernières seraient comptées pour leur pleine valeur nominale si la convertibilité en or était assurée. Dans le cas contraire, elles seraient acceptées seulement pour la valeur-or que, au moment du paiement, elles représenteraient sur le marché international des changes.

L. Franchet.

GÈOLOGIE. — *J. Fromaget.* — **Nouvelles observations sur la géologie de la région stannifère du Nom Pha Thène (Laos).**

— *P. Geoffroy* (prés. par M. D. Launay). — **Sur l'âge probable de la série du Doui dans le Moyen Chélif (Algérie).**

L'auteur distingue dans la série du Doui trois termes. Il lui paraît impossible d'introduire une lacune stratigraphique notable entre les couches barrémiennes, les plus anciennement datées dans la région, et la série du Doui. Dans le massif de Littré, il y a continuité parfaite de sédimentation entre les couches barrémiennes et le terme *a* de la série du Doui, terme dont on peut faire du Néocomien. On est conduit à classer dans le jurassique les termes moyens et inférieurs de la série du Doui.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Daniel.* — **Sur les variations de l'Helianthus Dangeardi à la cinquième génération.**

Helianthus Dangeardi provient du greffage du Topinambour sur le Soleil annuel. Des graines de cinquième génération ont donné naissance à des individus présentant d'intéressantes variations. L'apparition de tubercules aériens

et de racines aériennes témoigne de l'hérédité des caractères acquis. La fertilité, très inégale suivant les individus, s'est montrée nettement accentuée dans un cas. Des caractères nouveaux et diverses monstruosités apparaissent. Le Topinambour a été greffé sur le Soleil depuis 1894; c'est seulement après 27 ans que s'est manifesté le retour à la fertilité; c'est après 32 ans qu'un des exemplaires a montré des caractères intermédiaires entre ceux du Soleil et ceux du Topinambour. Les résultats obtenus montrent une fois de plus l'importance des variations lentes et du facteur temps dans la production des variétés par greffage et la nécessité de la continuité lorsqu'on opère sur des plantes entre lesquelles l'influence spécifique est lente à se manifester à la suite de leur symbiose.

ZOOLOGIE. — *Ch. Joyeux, J. G. Baer* et *Timon-David* (prés. par M. Caullery). — **Recherches sur le cycle évolutif des Trématodes appartenant au genre *Brachylæmus* Dujardin (syn. *Harmestonum* Braun).**

L'évolution des larves a été suivie chez divers Mollusques. Les cercaires naissent dans un sporocyste allongé; des larves quittent l'hépatopancréas et se rendent dans le tube intestinal. Quelques-unes pénètrent alors, par le canal excréteur, jusque dans la glande rénale. Seules, ces larves, après avoir subi une maturation assez longue, pourront continuer leur évolution. Cette évolution s'accomplit généralement chez le même mollusque. Cependant, il se peut que, dans la nature, le développement se fasse chez deux individus vivant en promiscuité.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *H. J. Frossard* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la mesure de la pression ventriculaire par la méthode pulsatoire.**

Normalement, le système artériel est soumis à deux pressions : la pression « *ventriculaire* », quasi instantanée, produite par la contraction du ventricule, et la pression « *de régime* », établie après fermeture des valvules et correspondant à la minima ausculatoire; ces deux pressions sont, normalement, très voisines; la première doit s'accroître en cas d'insuffisance aortique. Pour connaître la pression ventriculaire *in situ*, on détermine la maxima pulsatoire. L'énergie cinétique correspondant à l'impulsion systolique est la moitié de la maxima pulsatoire.

ELECTROPHYSIOLOGIE. — *G. Bourguignon* et *S. Elliopoulos* (prés. par M. d'Arsonval). — **Classification de différents ions en familles chimiques naturelles par leur action vaso-motrice dans la diélectrolyse transcérébrale.**

Les ions sont actifs ou inactifs; ils le sont à la fois chez le sujet normal et chez le sujet hémiplégique. L'activité ou l'inactivité dépend de la famille chimique à laquelle appartient l'ion; dans une famille active, l'activité croît avec le poids atomique; dans la famille du fer, elle croît avec la valence. Les familles du magnésium et du fer ont la propriété d'augmenter la pression artérielle en même temps que l'indice oscillométrique.

PHONÉTIQUE EXPERIMENTALE. — *P. Kucharski* (prés par M. Lapicque). — **Recherches sur la structure de voyelles.**

Les voyelles chuchotées sont essentiellement constituées par une combinaison caractéristique de deux sons : l'un attribuable à une « résonance postérieure », l'autre à la résonance des parties antérieures de la bouche. Ce qui caractérise une voyelle, c'est l'intervalle que forment les deux fréquences correspondant dans le langage naturel aux deux résonances laryngo-buccales.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A. Girard, G. Sandulesco, A. Fridenson, J. J. Rutgers.* (prés. par M. Fosse). — **Sur une nouvelle hormone sexuelle cristallisée.**

De 52 tonnes d'urine de juments gravides, on a retiré 1 gr. 50 de substance pure cristallisée : l'*équilénine*, dont les propriétés œstrogènes sont 12 à 20 fois moins marquées que celles de la folliculine. Elle est plus acide que les autres hormones oxycétoniques retirées de l'urine de jument; elle a pour formule $C^{18}H^{18}O^2$.

M. Mascré.

Séance du 28 novembre 1932.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Botea* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur quelques équations aux dérivées partielles.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *C. Desaint* (prés. par M. J. Hadamard). — **Sur la transformation de $(p+q)^{me}$ espèce pour les domafnes d'existence.**

— *J. Wolff* et *B. Grootenbœer* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur une propriété des dérivées d'une fonction à partie réelle positive.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *D. Riabouchinsky* (prés. par M. Henri Villat). — **Sur l'analogie hydraulique des mouvements d'un fluide compressible.**

HYDRODYNAMIQUE. — *Emile Cotton.* — **Sur le mouvement irrotationnel d'un liquide limité par des parois mobiles indéformables.**

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *L. Goldstein* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur la conservation de la quantité du mouvement dans le processus de chocs d'électrons.**

ÉLECTRICITÉ. — *Vaclav Bubenik.* — **Sur la théorie des filtres électriques.**

— *A. Witt* (prés. par M. Brillouin). — **Sur l'amorçage des oscillations de très haute fréquence.**

— *P. Donzelot* et *J. Divoux* (prés. par M. Cotton). — **Un procédé de compensation des courants plaques.**

Les auteurs décrivent un montage permettant l'emploi derrière un amplificateur à lampes à trois électrodes, d'un appareil de mesures sensibles. Ils emploient pour compenser le courant normal de plaque de la dernière lampe L de l'amplificateur, une lampe identique L' montée en opposition. La même batterie de tension plaque alimente les deux lampes. L'appareil de mesure est placé entre le fil de connexion plaque L, filament L' et le point médian d'un potentiomètre relié à la batterie plaque, Dans ces conditions, il est possible d'avoir une grande stabilité permettant l'utilisation de galvanomètres sensibles.

IONISATION DES GAZ. — *V. Ionescu* et *C. Mihul* (prés. par M. A. Cotton). — **Les gaz ionisés dans le champ magnétique; pressions plus grandes que 10^{-3} mm Hg.**

Les courbes établies montrent que pour des pressions de l'ordre de 10^{-2} mm. Hg., on constate seulement l'effet des électrons libres aussi bien sur la conductibilité que sur la constante d'électrique K. Par des pressions plus grandes l'aspect des courbes change.

OPTIQUE. — *W. Kemula* et *St. Mrozbk.* — **Les mesures d'absorption des rayons ultraviolets par le méthane CH^4, l'éthane C^6H^2 et le *n*-butane C^4H^{10} à l'état gazeux.**

Ces recherches ont montré que les méthane CH^4, éthane C^6H^2 et n—C^4H^{10} n'absorbent aucune radiation dans la région de 6000 Å jusqu'à 1965 Å.

SPECTROSCOPIE. — *J. Janin* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Spectre d'étincelle du rubidium dans l'ultraviolet lointain.**

Un tableau donne les longueurs d'onde, avec les indications conventionnelles se rapportant à l'intensité et au spectre dont fait partie la raie correspondante (RB II, Rb III et Rb IV) d'après l'aspect sur les clichés obtenus.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Papayanno* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'influence du temps sur la conductibilité des colloïdes mesurée à deux niveaux différents.**

Les expériences effectuées par l'auteur montrent que la détermination de la conductibilité à différentes hauteurs d'une solution colloïdale apporte un nouvel élément à l'étude de l'évolution de ces substances.

— *E. Vellinger* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'affinité superficielle du caoutchouc pour la charge.**

La résine indispensable pour la fabrication du caoutchouc de bonne qualité et d'après les expériences il semble que son rôle soit d'activer les carbures du caoutchouc et de déterminer une liaison superficielle entre la charge active, d'une part, et la gomme peu active, d'autre part.

— *J.-P. Mathieu* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur les composés de l'acide tartrique et du chrome.**

— *R. Berthon* (prés. par M. Matignon). — **Chaleurs d'humectation du gel de silice par divers liquides.**

Les résultats sont donnés dans un tableau.

— *J. Galibourg* (prés. par M. Léon Guillet). — **Influence de la valeur de l'allongement réalisé au cours de tractions successives, suivies de vieillissements, sur la limite élastique et le module d'Young d'un acide doux.**

Les essais ont été faits sur l'acier doux et la traction opérée de façon à produire des allongements variés suivis de vieillissements de dix minutes à 165°-170°.

Les courbes de charge et de décharge se sont montrées parfaitement superposées. Donc, après le traitement imposé, l'élasticité du métal apparaît parfaitement rétablie.

Le module d'élasticité du métal recuit (19250 kg par millimètre carré) est supérieur à celui du métal écroni et vieilli (17930) si l'on rapporte les charges à la section initiale avant la première traction, mais inférieures si l'on rapporte les charges à la section au début de la première traction (20320).

PHYSICO-CHIMIE. — *A. Kling* et *A. Soulier* (prés. par M. Fabry). — **Sur l'inflammation accidentelle des vapeurs d'essences par les étincelles électriques.**

Les seules étincelles électriques, susceptibles de provoquer l'inflammation de mélanges de vapeurs combustibles et d'air, sont celles que produisent des appareils industriels, tels que : transformateurs, machines, bobines, canalisations mal isolées, etc. ; mais celles que provoque le frottement de corps isolés (par exemple celui de courroies en fonctionnement) doivent être considérées comme inoffensives, parce que ne libérant pas une quantité d'énergie appréciable.

CHIMIE MINÉRALE. — *P. Jolibois* et *L. Cloutier* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'existence des phosphates basiques.**

Les auteurs montrent par des exemples que d'une manière générale l'existence de phosphates basiques obtenus par voie humide est aléatoire.

CHIMIE ORGANIQUE. — *W.-I. Reich* (prés. par M. G. Bertrand). — **Sur le triacétate de glycogène.**

Des résultats obtenus, il résulte qu'on peut purifier le glycogène en passant par les dérivés acétylés. La méthode d'acétylation indiquée par l'auteur est applicable à d'autres polyhalosides, comme il le montrera ultérieurement.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *J. Bourcart.* — **Le Pliocène marin du Maroc. Essai d'histoire de l'Atlantique marocain.**

Les deux termes du Pliocène se rencontrent au Maroc : Pliocène ancien, connu encore uniquement sous forme de sédiments marins, et Pliocène récent, fluvial. Le littoral pliocène est très analogue comme tracé au littoral actuel. La séparation du Maroc et des Canaries était achevée à cette époque. La Méditerranée pliocène communiquait très largement avec l'Atlantique par l'ennoyage de Gibraltar ; il est probable que cette communication s'est fermée au Pliocène supérieur. Divers faits sont envisagés, qui donneraient peut-être l'explication de l'extraordinaire ressemblance des faunes et des flores marocaine et andalouse.

— *P. Geoffroy* (prés. par M. De Launay). — **Contribution à l'étude géologique des environs d'Oran (Algérie).**

Le complexe de la montagne des Lions et le complexe du Santa-Cruz forment deux séries compréhensives équivalentes dans leurs termes supérieurs. On n'hésite pas, sur le terrain, à aller plus loin et à faire des couches attribuées au Péruvien, l'équivalent latéral des couches jurassiques du complexe de Santa-Cruz. Ainsi se révèle, dans le Moyen Chélif comme aux environs d'Oran, l'existence de bassins d'effondrement qui, vers la fin du Jurassique et le début du Crétacé, s'emplissaient d'une épaisseur énorme de sédiments, localement riches en horizons détritiques.

BOTANIQUE. — *P. Guérin* (prés. par M. Mangin). — **L'acide cyanhydrique chez le *Glyceria aquatica* Wahlb (= *G. spectabilis* M. et K.).**

Tous les organes de la plante, sauf le fruit, renferment de l'acide cyanhydrique. Les organes les plus riches sont les jeunes feuilles (jusqu'à 1 gr. 05 par kilo de feuilles au début d'avril, à la première période de développement) et l'inflorescence. Le *Glyceria aquatica* est la plus riche de nos plantes indigènes en composé cyanique.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *H. Coupin* (prés. par M. Dangeard). — **Sur le déterminisme de la formation des sporanges et des zygospores chez le *Sporodinia grandis*.**

Lorsque le *Sporodinia grandis* est cultivé sur des fragments de végétaux charnus, il apparaît à la fois des sporanges et des zygospores. On peut obtenir, dans des conditions convenables, l'une ou l'autre, exclusivement, de ces deux formations. Les sporanges apparaissent seuls, quels que soient l'éclairement et la température, dans les cultures faites sur jus de carotte additionné de gélose ; il se forme uniquement des zygospores, lorsque la Mucorinée est cultivée sur des fragments de carottes en grande partie desséchés et ne plongeant pas dans l'eau par leur base. L'humidité suffisamment abondante du milieu nutritif favorise la formation des sporanges ; suffisamment réduite, elle provoque celle des zygospores. C'est l'humidité du milieu qui intervient, et non celle de l'air ambiant.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *P. Gavaudan* (prés. par M. Dangeard). — **Sur quelques observations concernant**

la structure physique du cytoplasme d'un Champignon hémiascomycète, l'*Ascoidea rubescens* Brefeld.

Dans *Ascoïdea rubescens*, à l'examen sur fond noir, les noyaux et les vacuoles apparaissent optiquement vides ; le cytoplasme donne l'effet Tyndall et apparaît constellé de myriades de granules et paillettes lumineuses en mouvement brownien ; les chondriosomes sont invisibles, à l'inverse des liposomes. Les cytoplasmes étudiés par divers savants s'étant montrés optiquement vides et constitués par un hydrogel fluide, il est intéressant de noter, par cet exemple, que le cytoplasme peut, dans certains cas, être à l'état d'hydrosol.

— *M*lle *Dzung Tsing Wang* (prés. par M. Dangeard). — **Observations cytologiques sur l'*Ustilago hordei* (Pers.) Kell. et Sw.**

Les chlamydospores germent quatre à cinq heures après l'ensemencement. Le noyau double donne, généralement dans la spore avant la formation du promycélium, deux noyaux-fils qui se divisent plus ou moins tôt et indépendamment l'un de l'autre. La réduction chromatique se réalise toujours lors de la première division du noyau double ; le nombre haploïde = 2. La deuxième division est équationnelle. Les noyaux se divisent toujours par mitose typique. L'auteur décrit le développement du promycélium et la formation des sporidies, celle aussi d'articles binucléés qui doivent être considérées comme équivalentes des chlamydospores naturelles parce qu'ils sont le siège de la fusion dangeardienne.

ZOOLOGIE. — *Ch. Perez* (prés. par M. Bouvier). - **Caractères différentiels de sexes chez les Pagures du genre *Diogènes*.**

On trouve chez les mâles et les femelles, sur les pléopodes, des soies de plusieurs types, différents suivant le sexe ; la femelle jeune présente certains caractères analogues à ceux du mâle et n'acquiert que secondairement, par transformation à la puberté, certains détails, attributs définitifs de son sexe. Chez les mâles parasités par le *Septosaccus Cuenotti*, on constate seulement l'existence d'un petit nombre de soies de type femelle ou de type intermédiaire : l'intersexualité parasitaire se réduit à un minimum.

CHIMIE PHYSIOLOCIQUE. — *A. Bonot* (prés. par M. Roux). — **Sur les modifications des protéides sériques isolées par la méthode à l'acétone et la myxoprotéine.**

Les protéides précipités par l'acétone suivant la méthode de Piettre et Vila peuvent subir, suivant les conditions de précipitation et d'isolement, des modifications, parfois irréversibles, de leurs propriétés physico-chimiques initiales. La substance désignée sous le nom de myxoprotéine n'est pas une substance spécifique ; elle apparaît comme un mélange de globulines riches en pseudo-globulines ayant conservé leurs propriétés à peu près intactes, et de protéides nettement modifiés ; certaines fractions du mélange peuvent provenir d'une dénaturation de la sérum-albumine.

M. Mascré.

Séance du 5 décembre 1932.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M Gevrey*. — **Compléments à une Note précédente sur les systèmes du type parabolique ; problèmes aux limites non linéaires.**

STATISTIQUE MATHÉMATQUE. — *E. et G. Guillaume* (prés. par M. J. Hadamard). — **Sur la définition de l'unité de volume.**

GÉOMÉTRIE ALGÉBRIQUE. — *B. Gambier*. — **Intersections de deux courbes planes algébriques.**

GÉOMÉTRIE. — *J. Devismes* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur un espace quasi euclidien à trois dimensions attaché à l'équation de M. P. Humbert.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *G. Grenet* (prés. par M, Ch. Maurain). — **Sur le degré géothermique en Limagne.**

Le sondage a été fait à 15 kilomètres au sud de Clermont-Ferrand, près de la colline de Gergovie, à une profondeur de 100 mètres et entièrement dans les marnes Stampiennes. Le degré géothermique a été trouvé de 7°6 par 100 mètres.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *A. Savornin*. — **Sur quelques mesures d'anomalie magnétiques à Madagascar.**

Les mesures de déclinaisons magnétiques ont été faites en mai et juin 1932, dans les régions de Benenitra et de Fenoarivo-Tsimbolovolo. Les résultats sont donnés dans un tableau.

OPTIQUE. — *R. Lucas* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la diffraction de la lumière par les ondes élastiques.**

L'auteur montre comment l'existence des spectres des divers ordres peut être établie théoriquement, et comment, dans un certain domaine d'approximation, peut être résolue la question de leur intensité.

— *G.-A. Beauvais* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la réflexion totale des ondes hertziennes.**

SPECTROSCOPIE. — *M. Morand* et *A. Hautot* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur la structure fine de la raie K_α du carbone.**

La largeur totale de la raie observée dans tous les ordres est toujours d'environ 1 Å, résultat qui concorde très bien avec les mesures faites par Söderman et par Reminger. Au point de vue théorique, l'étude de la configuration des atomes de carbone montre d'ailleurs que la raie K_α du carbone doit être complexe Les composantes de courte longueur d'onde doivent être dues à des atomes ionisés, ce qui permet de comprendre parfaitement la structure observée.

RADIOACTIVITÉ. — *A. Karl* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'analyse des minéraux radioactifs primaires.**

Le radium est dosé, en premier lieu, par une méthode basée sur l'emploi du chlorure de baryum, et dont l'auteur décrit le mode opératoire. Le radium étant dosé, on dose dans la même solution le thorium et les terres rares après avoir éliminé le baryum par l'acide sulfurique et suivant les méthodes usuelles.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. Galibourg* (prés. par M. Léon Guillet). — **Sur certaines singularités des courbes de traction des aciers à chaud.**

Toutes les remarques faites par différents auteurs ayant étudié la résistance à chaud des aciers ordinaires récentes concordent pour permettre d'attribuer les causes des phénomènes observés à la transformation progressive dite « vieillissement » que subit le métal après écrouissage. Dans cette Note l'auteur étudie, à différentes températures, les effets du vieillissement.

CHIMIE MINÉRALE. — *P. Vallet* (prés. par M. Urbain). — **Etude de la décomposition en températures croissantes de quelques complexes du platine.**

L'auteur étudie les réactions dues à la réduction de certains composés du platine par l'hydrogène. C'est par ré-

duction de l'acide chloroplatinique que l'on peut obtenir le platine divisé à la température la plus basse possible, soit 200°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Perret* et *A.-M. Krawczynski* (prés. par M. Urbain). — **Action de quelques dérivés organomercuriques sur les solutions d'hexaméthylène-tétramine.**

Les auteurs étudient l'influence de la structure du dérivé mercuriel sur la composition du produit d'addition dans le cas de représentants de diverses séries d'organomercuriques. La possibilité de faire varier alternativement la nature de l'alcoyle et celle des halogènes ou d'anions à propriétés semblables a permis l'obtention de nouveaux complexes mercuriels décrits dans cette Note.

— *R. Sutra* (prés. par M. Urbain). — **Acétolyse de l'amidon.**

L'auteur est parti de l'amidon naturel sur lequel il a fait agir à chaud l'anhydride acétique additionné d'un peu d'acide sulfurique. En suivant la méthode qu'il indique, on est conduit à l'α-octoacétyl-maltose contenant une faible proportion de β-octoacétyl-maltose. Ces résultats confirment, par voie chimique, l'hypothèse d'un maltose labile expliquant l'action du *Bacillus macerans*, la présence dans l'amidon de maltose (α) et de liaisons (β) signalées par Kuhn par voie biochimique.

— *P. Carré* et *D. Libermann* (prés. par M. G. Urbain). — **Le mécanisme de la réaction du pentachlorure de phosphore sur les sulfites neutres d'alcoyles.**

— *Ch. Prévost* (prés. par M. Delépine). — **Sur une matière colorante dérivée du tripropynylcarbinol.**

En traitant le tripropynylcarbinol par l'acide acétique et l'eau à l'ébullition suivant le mode opératoire indiqué, on obtient comme produit final une matière mordorée cristallisant lentement lorsqu'on la triture avec du bromure d'éthyle dans lequel il est un peu soluble. Les cristaux, très hygroscopiques, n'ont pu encore être analysés.

— *H. Cerf* (prés. par M. Delépine). — **Recherches sur les amines nitrées.**

— *A. Cocco* (prés. par M, Delépine). — **Sur une nouvelle méthode d'amination des composés organiques.**

La méthode indiquée constitue un procédé avantageux de préparation d'amines primaires. Elle présente, en outre, un autre intérêt qui réside dans ce fait qu'en traitant le sel potassé de l'éther iminodicarbonique par un dérivé halogéné quelconque, on pourra introduire la fonction amine dans une molécule, et obtenir, par exemple, des amino-acides et des amino-alcools.

MINÉRALOGIE. — *P. Gaubert.* — **Rotation des cristaux flottant à la surface des liquides.**

Les mouvements de translation et de rotation doivent être attribués à la séparation des molécules du cristal provoquant la formation de courants de diffusion partant de ce dernier. En somme, les forces produisant ces mouvements rappellent celles qui agissent dans le recul des armes à feu et dans le tourniquet hydraulique.

L. Franchet.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *F. Ruellan.* — **Une levée de galets et une plateforme littorale fossiles dans les falaises de Trez-Bihan à Telgruc (Finistère).**

PÉTROGRAPHIE. — *L. Cayeux.* — **Les manières d'être de la glaucomie en milieu calcaire.**

On admet généralement que les organismes, plus particulièrement les Foraminifères, jouent un rôle capital dans la formation de la glauconie. L'étude de nombreuses craies et calcaires glauconieux conduit à modifier cette opinion (craies cénomaniennes du bassin de Paris). Pour l'ensemble des calcaires glauconieux étudiés, on peut dire que la glauconie est, dans sa totalité, un produit de substitution à du carbonate de chaux ; les Foraminifères jouent un rôle manifestement nul ou insignifiant. Les phénomènes observés ouvrent un chapitre nouveau dans l'histoire de la glauconie.

TECTONIQUE. — *H. Lagotala* et *Ch. Couchet* (prés. par M. Cayeux). — **Sur la tectonique du Congo français.**

Observation des déplacements subis en divers points par les assises des Grès des Cataractes et des Calcaires du Niari.

GÉOLOGIE. — *L. Mengaud* (prés. par M. Jacob). — **Sur la structure de la chaîne cantabrique.**

Le massif des Picos de Turga est un ensemble anticlinal enraciné, accidenté de synclinaux secondaires, et s'ennoyant vers l'Est ; tous ces plis anticlinaux et synclinaux sont poussés au Sud. On observe, en outre, divers grands accidents transversaux.

— *P. Russo* (prés. par M. Jacob). — **Sur la signification des plissements intéressant l'Eocène à l'Est de Kasbah Tadla (Maroc central).**

Au S. E. de Kasbat Tadla, entre Gherm el Alem et la trouée de Ksiba, se montre une série de petites collines orientées N.-E.-S.W. D'après leur structure, elles indiqueraient que, dans cette région, la bordure du Moyen-Atlas a été intéressée par des mouvements non seulement postlutétiens, mais même postérieurs au dépôt des grands conglomérats, donc post-oligocènes.

— *A. de Lapparent* (prés. par M. Jacob). — **Sur les environs de Baudreen (Var).**

L'âge des plis de Quinson, probablement provençal, et de Bauduen, probablement alpin, restent à préciser. Mais ils sont seulement des accidents de détail.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *L.-J. et F. Mercier* (prés. par M. Desgrez). — **Sur un nouveau procédé de préparation de la marrubiine.**

La méthode utilisée par Gordin pour l'extraction de la marrubiine est laborieuse et le corps obtenu n'est pas parfaitement pur. Les auteurs ont établi une méthode plus simple et qui donne un produit parfaitement cristallisé, plus pur que celui obtenu par Gordin (PF = 157°5 — 157°8 au lieu de 154°5 — 155°).

BIOLOGIE AGRICOLE. — *E. Miège* (prés. par M. Blaringhem). — **Sur l'anabiose et la reviviscence des plantules du Blé.**

Des grains de diverses variétés de blé, après une première germination, sont abandonnés à la dessiccation ; ils peuvent ensuite reprendre leur développement. Des graines soumises à cinq dessiccations successives d'une durée de quinze jours chacune, suivant des germinations de trois jours ont donné encore un pourcentage de germination de 30 à 70 o/o. Cette aptitude à des germinations successives est conditionnée et limitée par l'état de la tigelle, qui ne peut plus se régénérer quand elle a été détruite ; au contraire, lorsque le système radiculaire a été détruit, de nouvelles racines se développent grâce à la faculté de prolifération des bourgeons basilaires et

latéraux. C'est, en définitive, la coléoptile qui règle la germination et le sort de la graine.

BIOLOGIE. — *A. Lipschütz.* — **Nouvelles recherches sur la transplantation d'ovaires conservés hors de l'organisme.**

Un ovaire, isolé et conservé à une température de 12 à 18° pendant onze jours, a survécu comme greffe intrarénale pendant deux ans ; un autre ovaire, desséché avant la transplantation avec une perte d'environ 40 o/o de son poids a survécu comme greffe intrarénale pendant deux ans et demi. Les deux greffes contenaient des follicules en cours de développement et produisaient des hormones jusqu'au moment de sacrifier les animaux.

— *P. Chevey* (prés. par M. Joubin). — **Sur la nature de l'influence exercée par la forêt inondée du Grand Lac du Cambodge sur la vitesse de croissance des Poissons.**

Les eaux du Grand Lac du Cambodge sont remarquablement aptes à produire rapidement du poisson de grande taille, par rapport aux eaux douces du réseau hydrographique du Cambodge ; cette faculté doit être rapportée à la présence, autour du Grand Lac, d'une ceinture forestière périodiquement noyée sous plusieurs mètres d'eau. On constate que les *Puntius bramoides* C. V. qui se trouvent dans la région inondée et dont le régime alimentaire est phytophage atteignent, en deux ans et demi, la même taille à laquelle parviennent, en quatre ans et demi, leurs congénères vivant au centre du Grand Lac.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *J. Parrod* et *Mlle Y. Garreau* (prés. par M. Urbain). — **Produits d'oxydation du lévulose par le carbonate cuivrique ammoniacal et l'oxygène de l'air, en solution étendue et de *p*H 7, 7, à la température ordinaire.**

Comme divers sucres, le lévulose donne, par oxydation sous l'influence de l'oxyde de cuivre ammoniacal et de l'oxygène de l'air, des produits du groupe des imidazols, dont on n'a pu cependant, dans ce cas, extraire des produits cristallisés. Les résultats, comme les résultats obtenus antérieurement avec d'autres sucres, viennent à l'appui de l'hypothèse d'après laquelle la synthèse des substances azotées s'effectue, chez les végétaux, à partir de sucres et de l'ammoniac.

BACTÉRIOLOGIE. — *A. Rochaix, P. Sédallian* et *Mme Clavel* (prés. par M. Vincent). — **Propriétés inhibitrices vis-à-vis du paratyphique A, présentes dans les cultures de paratyphiques.**

Un paratyphique A et un paratyphique B ayant été ensemencés dans un même tube de bouillon, la culture mixte filtrée inhibe la culture de A, non celle de B. Des faits de même nature ont été observés dans des hémocultures obtenues après inoculation successive au même animal de A et de B. La propriété inhibitrice ainsi conférée au paratyphique A se transmet en série.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *E. Sergent, A. Donatien, L. Parrot* et *F. Lestoquand.* — **Suppression expérimentale de la reproduction sexuée chez un Hématozoaire *Theileria dispar*.**

Dans la nature, le piroplasme de la theilériose bovine nord-africaine est transmis par une tique, *Hyalomma mauritanicum*. On peut, au laboratoire, transmettre directement la maladie du bovin malade au bovin indemne par inoculation du sang prélevé au moment de l'accès aigu. La souche obtenue par passages directs et répétés d'animal à animal conserve toute sa virulence, mais l'organisme infectant subit des modifications importantes. D'une part, cet organisme n'est plus capable d'infecter les tiques ; d'autre part, il est modifié morphologiquement : il se perpétue par multiplication schizogonique, la sexualité disparaît. Il résulte, de la disparition de la reproduction sexuée chez *Theileria dispar*, qu'un virus bénin de theilériose, prélevé sur un bovin en accès, peut être employé comme vaccin prémunisant sans créer de porteurs de germes dangereux.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Prix et subventions attribués en 1932 :

Mathématiques.

Prix Poncelet : M. Raoul Bricard. — *Prix Francœur :* M. Henri Milloux.

Mécanique.

Prix Montyon : M. Jules Haag. — *Prix Fourneyron :* M. Maurice Roy. — *Prix Henri de Parville :* M. Joseph Perès. — *Fondation Henri Bazin :* Dimitri Riabouchinsky.

Astronomie.

Prix Lalande : M. Abel Pourteau. — *Prix Damoiseau :* M. Nicolas Stoyko. — *Prix Benjamin Valz :* M. Jean Dufay. — *Médaille Janssen :* M. Alexandre Dauvillier. — *Prix La Caille :* M. Antoniadi.

Géographie.

Prix Delalande-Guérineau : M. Ernest Benoît. — *Prix Gay :* M. Emile Hasse. — *Prix Tchihatchef :* Mme Tardieu. — *Prix Binoux :* Feu Jules Hansen.

Navigation.

Prix de la Marine : M. Pierre Malaval. — *Prix Plumey :* M. Henri de Leiris.

Physique.

Prix L. La Case : M. Eugène Darmois. — *Prix Hébert :* M. Charles Lavanchy. — *Prix Hughes :* M. Emile Henriot. — *Fondation Clément Félix :* M. Gaston Dupouy.

Chimie.

Prix Montyon des Arts insolubles : M. Eugène Burlot et une mention honorable à M .Raymond Hordois. — *Prix Jecker :* Feu Marc Bridel. — *Prix Lacazes :* M. Louis Hackspill. — *Fondation Cahours :* MM. Paul Thomas et Paul de Graeve. — *Prix Houzeau :* M. Dimitri Ivanoff.

Minéralogie et Géologie.

Prix Fontannes : M. Gustave Sayn. — *Prix Victor Raulin :* M. Louis Royer. — *Prix Demolombe :* M. Paul Bertrand.

Botanique.

Prix Desmazières : M. René Morquer. — *Prix Montagne :*

M. Gontran Hamel. — *Prix de Coincy :* M. Alfred Saint-Yves et feu John Briquet.

ANATOMIE ET ZOOLOGIE.

Prix Cuvier : M. Pierre Fauvel. — *Prix Savigny :* M. Armand Billard. — *Prix Thore :* M. Pierre de Boissezon.

MÉDECINE ET CHIRURGIE.

Prix Montyon : MM. Paul Chevallier, Philippe Lasseur, Mme Andrée Dupaix, M. Victor Veau, Mme Suzanne Borel.

Mentions honorables : MM. Albert Weil, Grégoire Ichock, Raoul Leroy, Georges Médakovitch. *Citations :* MM. Henry Chabannier, Carlos Lobo-Onell, Charles Dubois, Noël-Sollier.

Prix Barbier : M. Stephan Jellinek. — *Prix Bréant :* MM. Pierre Delanoë, Jean Sabrazès, Georges Jeanneney, René Mathey-Cornat. — *Prix Godard :* Mlle Marthe Lamy. — *Prix Mège :* M. Henri Bouquet. — *Prix Bellion :* M. Edouard Imbeaux. — *Prix du baron Larrey :* M. Jules Beyne.

PHYSIOLGIE.

Prix Montyon : M. Henri Fredericq. — *Prix L. La Caze :* M. Emile Abelous. — *Prix Fourat :* M. Louis Rapkine. — *Prix Martin-Damourette :* M. Paul Fleuret. — *Prix Philipeaux :* M. Paul Kucharski.

HISTOIRE ET PHILOSOPHIE DES SCIENCES.

Prix Binoux : M. Abel Rey.

OUVRAGES DE SCIENCES.

Prix Henri de Parville : MM. Jules Rouch, Georges Kimpflin.

MÉDAILLES.

Médaille Berthelot. — MM. Eugène Burlot et Louis Hackspill.

PRIX GÉNÉRAUX.

Grand Prix des Sciences mathématiques : M. Jacques Soula. — *Prix Althumbert :* M. Francis Myard. — *Prix Bordin :* M. Gabriel Arnaud. — *Prix Lallemand :* M. François Kiss, Jules Botar. — *Prix Serres :* M. Edouard Chatton. — *Prix Vaillant :* M. Maurice Gevrey. — *Prix Houllevigue :* M. Albert Policard. — *Prix Saintour :* M. Albert Vandel. — *Prix Longchampt :* M. Etienne Canals. — *Prix Wildes :* M. Ernest Chaput. — *Prix Caméré :* M. André Coyne. — *Prix Gustave Roux :* M. Pierre Bouvet. — *Prix Thorlet :* M. Adolphe Richard. — *Prix Albert Ier de Monaco :* M. Louis de Broglie.

FONDATIONS SPÉCIALES.

Prix Lannelongue : MMmes Cusco et Raphaël Rück. — *Prix Hélène Helbronner-Fould :* Mme la Générale Gustave Ferrié.

PRIX DES GRANDES ECOLES.

Prix Laplace : M. Jacques Desrousseaux. — *Prix L.-E. Rivot :* MM. Jacques Desrousseaux, Georges Périneau, Jean Crussard, Jacques Aubriot.

FONDS DE RECHERCHES SCIENTIFIQUES.

Fondation Tremont : M. Lucien Malassis. — *Fondation Gegner :* M. Wladimir Margoulis. — *Fondation Jérôme Ponti :* M. Jean Orcel. — *Fondation Henri Becquerel :* M. Henri Galbrun. — *Fondation Loutreuil :* vingt-deux subventions ont été accordées : MM. M. Brillouin, P. Dechambre, Mme Joliot-Curie, MM. G. Lesbouyries, L. Panisset et Goret, M. Petit, Mmes L. Randoin, de Vomecourt, MM. V. Robin, C. Arambourg, A. Chevalier, J. Petit, A. Mesnager, A. Granger, Ecole vétérinaire de Toulouse, Ecole vétérinaire de Lyon, Ecole Polytechnique, Société botanique de France, Bibliothèque universitaire de Strasbourg, Observatoire astronomique de Zô-Sé, Société nationale d'acclimatation de France, Mme veuve Jean Thomas. — *Fondation Henri Le Chatelier :* M. Paul Bastien. — *Fondation de Mme Victor Noury :* MM. André Lwoff, Louis Corbière, François Raoult, Joseph Repelin. — *Fondation Roy de Vaucouloux :* M. Albert Brault. — *Fondation Charles Frémont :* M. et Mme Albert Thomas.

Bureau des Longitudes. — Sont nommés pour l'année 1933 : *Président*, M. Fichot, membre titulaire; *Vice-président*, M. Painlevé, membre titulaire; *Secrétaire*, M. Fayet, membre titulaire.

Observatoires du Pic du Midi. — La Société des Amis de l'Institut et Observatoire de Physique du Globe du Pic du Midi, met à la disposition de chercheurs désirant travailler au sommet du Pic, une bourse de deux mille francs, ou deux bourses de mille francs.

Les chercheurs qui désirent profiter d'une de ces bourses, devront adresser une demande à la Société des Amis de l'Institut et Observatoire de Physique du Globe du Pic du Midi. Cette demande exposera le but et le plan des recherches qu'ils se proposent de faire. Elle devra être adressée à M. le Secrétaire général de la Société des Amis de l'Institut et Observatoire de Physique du Globe du Pic du Midi, 14, rue des Arts, à Toulouse, avant le 15 juin 1933.

Les demandes seront soumises à une commission qui statuera sur la suite à leur donner.

Le bénéficiaire devra remettre un rapport sur ses travaux et les résultats obtenus.

Observatoire royal de Greenwich. — Sir Frank Dyson, Astronome Royal, se retirera de ses fonctions le 28 février 1933. (*Nature*).

Le départ d'un astronome royal est un événement important non seulement pour l'Astronomie anglaise, mais pour l'Astronomie mondiale. Sir Frank Dyson a tenu une place considérable dans les organisations astronomiques internationales. Les astronomes français, qui ont eu très souvent à collaborer avec lui, regretteront unanimement sa retraite. Sir Frank Dyson a commencé sa carrière à Greenwich en 1894 comme Chief Assistant. Dix ans plus tard, il devenait Astronome Royal pour l'Ecosse, et en 1910 il succédait comme Astronome Royal à Sir William Christie. Ses travaux ont porté sur toutes les branches de l'astronomie, mais plus particulièrement sur les mouvements propres des étoiles faibles et sur les éclipses solaires. Plus heureux que les directeurs de l'Observatoire de Paris, il peut laisser à son successeur l'Observatoire de Greenwich bien amélioré. Le service magnétique et le service horaire ont été transformées. Un nouveau cercle méridien et un grand réflecteur vont entrer en service.

Le nouvel Astronome Royal sera le Dr Harold Spencer Jones, Astronome de Sa Majesté au Cap. Le Dr H. Spencer

Jones entré à Greenwich comme Chief Assistant en 1913 y passa dix ans. Depuis 1923, il dirigeait l'Observatoire du Cap.

Son successeur comme Astronome de Sa Majesté à l'Observatoire du Cap sera le Dr J. Jackson, Chief Assistant à l'Observatoire de Greenwich depuis 1914.

Bureau d'Etudes géologiques et minières coloniales. — Le Bureau d'Etudes géologiques et minières coloniales, fondation reconnue d'utilité publique, poursuit le cycle des conférences sur la géologie et les mines de la France d'outre-mer, inaugurées l'an dernier au Muséum d'Histoire Naturelle.

L'enseignement de cette année se divise en deux parties : la première constitue une introduction aux études minières coloniales ; la seconde porte sur le charbon, le fer, les métaux, les produits utilisés en métallurgie.

Les conférences de la première partie auront lieu le mardi, à 17 h. 1/2, dans l'amphithéâtre de zoologie du Muséum (du 10 janvier au 21 février).

Les conférences de la seconde partie auront lieu le jeudi, à 17 h. 1/2, dans l'amphithéâtre de zoologie du Muséum (du 12 janvier au 9 mars), et le mardi (du 14 au 30 mars).

Service de la défense des Végétaux. — *Constitution de Centres de recherches phytopathologiques.* — Sont constitués en Centres de recherches phytopathologiques, les établissements suivant relevant de l'Institut des recherches agronomiques :

1° Région du Nord. — Station centrale de pathologie végétale de Versailles, M. Foëx, directeur ;

2° Région de l'Est. — Station d'amélioration des plantes et de pathologie végétale de Colmar, M. Méneret, directeur ;

3° Région du Sud-Est. — Station de zoologie agricole de Saint-Genis-Laval (Rhône), M. Paillot, directeur ;

4° Région méditerranéenne. — Station de botanique et de pathologie végétale d'Antibes, M. Poirault, directeur ;

5° Région du Centre. — Station d'amélioration des plantes de grande culture de Clermont-Ferrand, M. Shad, directeur ;

6° Région du Sud-Ouest. — Station de zoologie agricole de Bordeaux, M. Feytaud, directeur ;

7° Région de l'Ouest. — Station d'amélioration des plantes et de pathologie végétale de Rennes, M. Duboys, directeur.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — *Soutenances de thèses.* — 14 janvier. — M. Meyer : « *Solutions voisines des solutions de Lagrange dans le problème des n corps* ».

19 janvier. — M. Rémy-Gennete : « *Recherches sur les hydrures alcalino-terreux* ».

Société des Amis de l'Université. — La Société donnera à la Sorbonne, du 26 janvier au 30 mars, 7 conférences scientifiques et littéraires. Les Conférences scientifiques auront lieu, avec films et projections, aux dates suivantes :

Jeudi 9 février 1933. — (Amphithéâtre Richelieu). — M. Maurain, membre de l'Académie des Sciences, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris : « Voyage au Groenland ».

Jeudi 16 février 1933. — (Grand Amphithéâtre). — M. Potonniée, membre du Conseil d'administration de la Société française de photographie : « La photographie en couleurs par la plaque autochrome. Invention, Principe, Applications ».

Jeudi 23 février 1933. — (Amphithéâtre Richelieu). — Docteur Rivet, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle : « Voyage archéologique et ethnographique en Indo-Chine ».

Jeudi 9 mars 1933. — Amphithéâtre Richelieu). — Docteur Chailley-Bert, professeur agrégé à la Faculté de Médecine, Directeur de l'Institut d'Education physique de l'Université de Paris : « La Trace au Pays Blanc ».

Les étudiants pourront retirer les cartes d'entrée dans les Secrétariats des Facultés.

Les personnes qui désirent faire partie de la Société des Amis de l'Université peuvent s'adresser pour tous renseignements à M. Goy, Directeur du Bureau des Renseignements de la Sorbonne, Secrétaire de la Société, ou à M. Maurice Guyot, Secrétaire de l'Académie de Paris, à la Sorbonne, Trésorier de la Société.

Université de Strasbourg. — *Faculté des Sciences.* — M. P. Marais de Beauchamp est nommé Professeur titulaire de la chaire de Zoologie et Anatomie comparées, en remplacement de M. Topsent.

M. H. Gault, Professeur est nommé Professeur titulaire de la chaire de Chimie organique, en remplacement de M. Faillebin.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1933. In-16 VIII-706 pages avec 5 cartes célestes en couleurs et 1 carte magnétique. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris. Prix : 12 francs.

Divisé en cinq Chapitres principaux (Calendrier, Terre, Astronomie, Mesures légales et Monnaies, Données géographiques, Statistiques démographiques), *l'Annuaire* étudie les divers calendriers, fait connaître la position relative des astres, indique les poids et mesures légaux français et étrangers, le tonnage des navires, la densité des minéraux et des pierres précieuses, l'optique, l'acoustique, l'analyse des alliages industriels et des engrais, la composition moyenne des vins, bières, cidres, etc.

L'Annuaire 1933 publie en outre les quatre Notices scientifiques suivantes :

Le Bureau des Longitudes, son Histoire et ses Travaux depuis l'origine (1795) (fin), par M. G. Bigourdan.

La Photométrie astronomique et celle des physiciens, par M. Ch. Fabry.

L'Académie des Sciences, le Bureau des Longitudes et les grandes Missions scientifiques, par le général Perrier.

Funérailles de Gustave Ferrié. Discours de M. Robert Bourgeois.

S. R.

L'idée générale de la mécanique ondulatoire et de ses premières applications, par Marcel Boll. In-8° de 74 pages et 3 figures. Hermann et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 15 francs.

La mécanique ondulatoire qui a su, voici quelques années, opérer la synthèse de deux points de vue regardés jusque-là comme inconciliables, a subi avec succès

l'épreuve d'un contrôle expérimental, lorsque les recherches sur la diffraction électronique, par elle suggérées, sont venues confirmer ses prévisions. Par ailleurs, elle a encore fourni l'explication d'un certain nombre de résultats admis, tant physiques que chimiques. Elle ne saurait donc plus rester ignorée, en dépit des difficultés mathématiques qu'elle soulève, et précisément M. Boll s'est attaché à retracer l'esquisse de ses traits les plus généraux, en termes aussi élémentaires que possible. Il montre comment la liaison entre la mécanique et l'optique a été réalisée par une interprétation appropriée des équations fondamentales. Notamment, il insiste sur le parti qui a pu être tiré de l'interprétation de l'équation des cordes vibrantes, de l'équation de Hamilton Jacobi, avec l'hypothèse de l'association d'une onde de phase à un électron libre.

Après un chapitre consacrée aux relations d'incertitude, introduites par Heisenberg, et à la signification profonde de la constante de Planck, les calculs sont appliqués à la détermination des niveaux d'énergie dans l'atome d'hydrogène. Généralisant dans le domaine chimique, M. Boll rend compte de la définition de tout électron atomique planétaire par quatre nombres quantiques. Il énonce le principe d'exclusion de Pauli, selon lequel, dans un atome, deux électrons ne sauraient avoir, à la fois, en même temps, leurs quatre nombres quantiques égaux. Les considérations s'étendent aux valences du fluor et du chlore, ainsi qu'aux calculs d'affinité.

Un dernier chapitre souligne les obstacles auxquels se sont heurtées les diverses théories qui ont tenté de justifier la conduction électrique des métaux, théories auxquelles s'attachent les noms de Drude, de Lorentz, de Sommerfeld.

L'exposé se recommande par son extrême clarté, et permettra au lecteur de prendre ultérieurement contact avec les mémoires originaux. S .V.

Transafrique, par Alfred Silbert. In-8° de 240 pages. I. D. E. O., Hanoï. — Prix : 15 francs.

L'auteur, en un style vif et coloré, nous fait partager les impressions de six voyageurs traversent deux fois l'Afrique, d'Alger à Grand-Bassam. C'est la première fois que pareille randonnée a été accomplie, sur des voitures de série, dans des conditions assez difficiles, pour nous faire admirer l'endurance de ces sportifs. Le récit met en relief bien des questions d'un intérêt puissant pour notre Afrique, et passionnera tous ceux qui s'intéressent à la vie des colonies. Ch. F.

Figures de savants, par Alfred Lacroix, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Deux volumes in-8 de X-326-356 pages, avec 58 planches hors texte. Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1932.

On ne saurait être assez reconnaissant à M. Lacroix d'avoir réuni en ces deux beaux volumes les notices biographiques qui font, depuis dix-huit ans, l'admiration des auditeurs de séances académiques. Il y a d'ailleurs ajouté quelques biographies inédites, notamment celle de son maître Fouqué, et des fragments de discours et de conférences. Le tout compose une importante contribution à l'histoire des sciences et à celle des savants.

Très justement M. Lacroix ne sépare pas l'une de l'autre : « L'histoire de la Science ne saurait être séparée de l'histoire des savants. Il n'est pas indifférent de connaître leurs antécédents, leur caractère, l'évolution de leur carrière, ce que furent les conditions de leur existence, les circonstances favorables ou difficiles du milieu où ont été effectués leurs travaux ; d'en savoir aussi l'origine ; de suivre le développement de leurs conceptions et de leur réalisation en fonction de l'ambiance scientifique et sociale de leur temps. Et tout cela aide souvent à mieux juger de la valeur de ce que nous leur devons. » (p. VI). Qu'il nous soit permis d'ajouter que cela donne aussi un vif agrément à ces études, et accroît considérablement leur portée philosophique. On a beau répéter que la science est impersonnelle : cela est vrai, sans doute, au point de vue logique, en tant que norme idéale ; mais la réalité est qu'elle est l'œuvre de fortes personnalités, toujours, et que les médiocres n'y font pas œuvre durable. On pourra le constater tout au long de ces deux volumes.

La méthode qu'il a suivie, M. Lacroix l'a définie lui-même en termes très nets, qu'il importe de reproduire : « Pour reconstituer l'histoire de ce minéralogiste (Dolomieu), je me suis attaché à suivre la marche rigoureuse usitée pour l'histoire d'un minéral : fouiller le sujet sous tous ses aspects ; ne laisser dans l'ombre aucun détail parût-il au premier abord indifférent puisque des causes minimes entraînent parfois des conséquences imprévues ; accumuler des données numériques précises et n'accepter comme valables que celles pouvant être sévèrement contrôlées ; situer le personnage dans le temps et dans l'espace ; rechercher l'influence du milieu sur lui et aussi celle qu'il a exercée sur son entourage ; coordonner enfin les observations ainsi recueillies pour définir l'homme et son œuvre. Telle est la bonne méthode de l'histoire naturelle — et sans doute aussi celle de l'histoire tout court. » (p. 116). On ne saurait mieux dire ; mais ce qu'il faut ajouter, c'est que l'application de cette méthode à la vie des savants exige un ensemble de qualités qui sont bien rarement réunies : à un souci minutieux de la documentation exacte et précise doit se joindre un sens psychologique aiguisé et une grande expérience des hommes et des choses ; à la compétence nécessaire pour la compréhension des œuvres une large formation intellectuelle pour les situer à leur rang et en faire valoir les mérites ; bref, aux talents du professionnel ceux de l'humaniste. Ce sont de telles qualités qui font de ces éloges académiques de petits chefs-l'œuvre littéraires, dignes de leurs célèbres modèles, ceux de Fontenelle, de Cuvier et de Berthelot.

Il est vrai que pour y mieux réussir M. Lacroix s'est laissé guider, il prend soin de nous en avertir, « par le désir de mettre en évidence quelques-uns de ceux auxquels sont dus des progrès dans les sciences se rapportant à la constitution de la Terre », c'est-à-dire dans les sciences où il excelle. Mais c'est à quoi nous devons un double gain : d'une part, cela confère à cette galerie de vingt-neuf tableaux un caractère d'unité qui autrement eût risqué de lui manquer ; et surtout elle en reçoit une vitalité et un entrain qui emportent le lecteur, même le plus ignorant en ces matières. Visiblement M. Lacroix a revécu la vie de ses illustres modèles. D'ailleurs, pour la plupart d'entre eux, il l'a réellement vécue : beaucoup furent ses maîtres, ou ses collègues, ou ses amis, comme Fouqué, Munier-Chalmas, Michel-Lévy, de Lapparent, Haug, etc. ; tous ont pratiqué et aimé comme lui cette existence de chercheurs voués corps et âme à la quête du vrai, et notamment cette existence du géologue d'autant plus amoureux de la Terre qu'il en approfondit davantage les secrets et qu'il lui en coûte davantage pour les lui arracher.

Qu'on ne s'attende pas, en effet, à trouver ici des physionomies de savants confinés dans leur laboratoire ou

leur cabinet et montant lentement, selon les rites, les degrés d'une hiérarchie administrative. Presque tous ont été de grands voyageurs, de vrais globe-trotter ; certains même, comme Dolomieu, Bory de Saint-Vincent, Grandidier, Boussingault ont couru les aventures les plus romanesques. Mais partout où ils ont passé, il semble que leur biographe ait passé à son tour. Les descriptions qu'ils ont rapportées de leurs voyages, il les contrôle et les enrichit de ses propres expériences : rien de ce qui concerne le Massif Central ou la Cordillère des Andes, le Tyrol ou le Mexique, la Sicile, Madagascar ou le Japon ne semble lui être étranger. De là une précision remarquable dans la reconstitution des itinéraires et dans l'appréciation des résultats ; de là aussi parfois des pages émues et émouvantes, comme celles où M. Lacroix nous conte la captivité et les derniers jours de Dolomieu, ou celles où il nous vante les charmes de Madagascar et de l'île Bourbon, ou celles où il nous décrit le spectacle inoubliable de l'éruption de la Montagne-Pelée qu'il put observer dans le détail en 1902.

Du reste les portraits des hommes de science plus sédentaires n'en sont pas moins finement tracés. On goûtera beaucoup le tableau, brossé à propos de A. Milne-Edwards, de cette sorte de vie communautaire que menaient jadis les familles des professeurs du Muséum, à l'abri des murs du Jardin des Plantes. Partout on sent la documentation la plus personnelle, rehaussée d'admirables photographies et d'autographes qui feront la joie des amateurs de graphologie. En dehors de ces documents physiognomoniques, le psychologue aura ici maintes choses à glaner. Il notera que certains de ces savants, et non des moindres, tels Boussingault et Fouqué, ont eu des débuts scolaires médiocres et des enfances peu prometteuses ; Munier-Chalmas débute comme garçon de laboratoire et arrive à sa chaire de Sorbonne par une voie des plus indirectes. Il notera encore que presque tous rentrent dans l'une ou l'autre de ces deux familles d'esprits que Duhem a naguère distinguées : celle des analystes, cloîtrés dans leur spécialité, excellents observateurs et critiques très fins, mais redoutant les théories et les abstractions (A. Milne-Edwards, Fouqué, des Cloizeaux, etc.); celle des esprits synthétiques à vues larges, grands amateurs de théories, passionnés d'unité, étendant toujours le champ de leurs investigations tout en réduisant le nombre des principes explicatifs : tels un Dolomieu, un Marchal, un Berthelot, un Michel-Lévy, un Beudant — cet homme universel qui, de mathématicien et physicien, devient cristallographe et géologue, et sur le tard se fait grammairien, — ou un de Lapparent, à propos de qui M. Lacroix rappelle opportunément les dangers d'une spécialisation trop étroite et la nécessité de ces « hommes de haute culture générale, de grande conscience, dominant les entours et les alentours de chaque science, — des hommes qui aient la faculté et l'habileté de filtrer en quelque sorte la production mondiale pour ne laisser passer que ce qu'elle contient d'essentiel et de bon, — des hommes qui sachent dégager de leur gangue les faits importants pour les mettre en valeur à leur vraie place, et les employer ensuite à l'édification de synthèses accessibles à tous. »

Peut-être de tels hommes se feront-ils de plus en plus rares. Ils n'en seront que plus indispensables. En tout cas ils ont été nombreux parmi ces géologues et minéralogistes français à qui M. Lacroix a voulu rendre hommage. Et ce sera l'un des résultats durables de son œuvre que d'empêcher de sombrer dans l'oubli des physionomies aussi attachantes que celles de Desmarest, de Hébert, de Mallard, d'Armand-Lévy, de Damour et de leurs pareils.

Comme le montre M. Lacroix à plusieurs reprises, ces esprits de large envergure sont particulièrement nécessaires aux sciences de la Terre. Elles ne souffrent pas ce compartimentage où peuvent parfois s'oublier, jamais sans danger d'ailleurs, des physiciens ou des chimistes. Minéralogie et Géologie sont forcément liées aux sciences mathématiques et physicochimiques d'un côté, aux sciences biologiques, et particulièrement à la paléontologie, de l'autre. Toute méconnaissance de ces liens y engendre l'erreur ou la stagnation. L'emploi combiné des méthodes empruntées à ces diverses sciences y ouvre, au contraire ,le chemin des certitudes. On trouvera dans ces deux volumes de nombreuses illustrations de cette règle, et on peut dire qu'ils forment la meilleure introduction à cette histoire des sciences géologiques qui, à notre connaissance, n'a pas encore été écrite et que nul mieux que M. Lacroix ne serait en mesure de réaliser. A lui seul l'historique du troisième Fauteuil qui figure en tête du premier volume en trace un raccourci saisissant. On y voit « la science des minéraux, au sortir de l'empirisme de Werner, s'avancer vers les études rationnelles, en s'appuyant de plus en plus sur les disciplines des sciences exactes, s'y avancer timidement avec Brochant de Villiers, à la fois élève de Werner et de Haüy, amplement avec Dufrénoy, pour atteindre les hautes spéculations de physique moléculaire de Mallard. La connaissance de toutes les roches a suivi une marche parallèle... » (p 110). On y voit naître aussi la stratigraphie avec Hébert, et avec Desmarest cette science des volcans qui est le terrain d'élection de M. Lacroix, et pour laquelle il relate les contributions essentielles de Dolomieu, de Dufrénoy, de Beudant, de Boussingault, de Ch. Sainte-Claire-Deville et de Fouqué. Avec Haüy, Armand-Lévy et Beudant c'est à la constitution de la cristallographie que nous assistons, avec Boussingault à celle de l'agronomie expérimentale, avec Michel-Lévy et de Gramont à celle de la lithologie synthétique, tandis que A. Milne-Edwards travaille à celle de la géographie zoologique, Bory de Saint-Vincent, Damour et Grandidier à celle de l'ethnologie. Enfin les grandes œuvres de Lalande, de Vulpian, de Pasteur et de Berthelot sont condensées en de courtes notices très substantielles.

On le voit, c'est une vraie mine que cet ouvrage consacré à la minéralogie ; on aura plaisir à venir y chercher des renseignements et des enseignements qu'il serait difficile, sinon impossible, de découvrir ailleurs. En glorifiant l'Institut de France, M. Lacroix se trouve avoir écrit un beau chapitre de l'histoire des sciences.

Robert Troude.

Le calcul aux différences finies et ses applications, par M. A. Henry, trad. A. Sallin. In-8° de 212 pages. Hermann, éditeur, Paris. Prix : 50 francs.

Cet ouvrage comble une lacune, car la théorie des différences finies et ses applications sont un peu délaissées dans l'enseignement. L'initiation du lecteur se trouve facilitée par l'abondance des exemples traités en détail, sans préjudice des exercices aux réponses proposés à la fin des divers chapitres.

G. Bouligand.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 3 — 71e ANNÉE — 11 FÉVRIER 1933

DEUX CONQUÊTES DU SPECTROSCOPE

par l'Ingénieur-Général **BOURGOIN**

C'est grâce au spectroscope, secondé par la photographie, que nous avons pu étendre notre connaissance du monde sidéral.

Par lui, et contrairement à une opinion malheureuse d'Auguste Comte, nous connaissons la constitution chimique des couches superficielles du soleil et des étoiles.

Ultérieurement, son emploi conjugué avec l'utilisation du phénomène Doppler-Fizeau nous a permis d'évaluer la vitesse radiale des astres les plus éloignés.

Je décrirai aujourd'hui deux des plus récentes conquêtes dues à ce merveilleux instrument.

L'expansion de l'espace.

Au cours de ces dernières années l'étude des spectres des nébuleuses a mis en évidence un phénomène nouveau dont les conséquences sont pour le moins paradoxales.

Ce phénomène est le suivant :

A l'exception de deux d'entre elles, l'examen des spectres des nébuleuses spirales a montré que ces univers s'éloignent de nous avec des vitesses qui grandissent en même temps que les ditances qui nous en séparent.

L'emploi de télescopes géants, tels que celui de 100 pouces d'ouverture (2 m. 540) de l'observatoire du Mont Wilson, a permis d'établir que ce résultat était encore valable pour les nébuleuses situées à plus de cent millions d'années lumière.

Je n'ai pas besoin de dire que de telles observations n'ont pu être enregistrées que grâce à la photographie et avec des poses dépassant parfois 50 heures.

J'ouvre ici une parenthèse nécessaire :

On sait que l'astronomie sidérale évalue les distances en prenant comme unité soit l'année lumière, soit le parsec.

Cette dernière unité est la distance à laquelle le rayon de l'orbite terrestre autour du soleil est vu sous l'angle d'une seconde. Le parsec équivaut à 3 années 26 de lumière, c'est-à-dire à environ 30 trillions de kilomètres.

Le mégaparsec est lui-même égal à 1 million de parsecs.

Ceci posé, l'étude des résultats obtenus pour les observations des nébuleuses a montré que leur vitesse d'élargissement était de l'ordre de 500 kilomètres par seconde et par mégaparsec de distance (3.260.000 années lumière) de ces univers au nôtre.

De ce fait, découlent les conséquences suivantes :

Prenons un astre A situé à une distance de la terre égale à 600 mégaparsecs. Il résulte des

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

chiffres précédents que cet astre s'éloigne de nous avec une vitesse de 600 × 500 km., soit 300.000 kilomètres par seconde. C'est-à-dire que cette vitesse est égale à celle de la lumière.

De l'astre A nous ne pouvons donc recevoir aucun signal lumineux.

Cet astre fuit en effet notre globe avec une vitesse égale à celle de la propagation de ces signaux.

Il en sera de même des effets gravitationnels que la Terre pourrait exercer sur lui et réciproquement.

Par contre, il sera sensible aux perturbations indirectes provenant d'autres astres intermédiaires sur lesquels la Terre exerce son action.

Or, on sait qu'en vertu du principe de relativité, nul système matériel ne peut acquérir une vitesse supérieure à celle de la lumière.

Il s'ensuit une contradiction absolue entre l'application des résultats précédents au delà de 600 mégaparsecs et le principe de relativité.

Pour y échapper on a admis que la croissance des vitesses d'éloignement des nébuleuses n'était qu'apparente et qu'en réalité c'était l'espace qui se dilatait uniformément.

L'abbé Lemaitre, professeur de mathématiques à l'Université de Louvain a d'ailleurs montré, en partant des équations einsteiniennes de la relativité généralisée, que cette expansion de l'Univers était une conséquence mathématique de ces équations.

D'après ce savant, l'Univers d'Einstein possèderait en outre de la courbure due à la matière qui s'y trouve, une courbe propre due à sa structure. Sa grandeur irait en croissant avec cette quantité de matière.

Un tel Univers serait toujours instable et assujetti à se dilater ou encore à se contracter indéfiniment.

Connaissant l'état de cet Univers à un instant donné on peut en conclure le temps qui s'est écoulé depuis le début de sa dilatation. Ce temps serait de l'ordre de quelques milliards d'années. La contradiction signalée tout à l'heure entre la vitesse d'éloignement croissante des nébuleuses et le principe de relativité se trouve donc supprimée.

Les conséquences de cette expansion de l'Univers n'en sont pas moins elles-mêmes des plus étranges.

C'est ainsi que la distance limite de 600 mégaparsecs à partir de laquelle les Univers nous deviennent inconnaissables, se trouve à peu près coïncider avec la grandeur du rayon de l'Univers sphérique d'Einstein au delà duquel nous ne pouvons non plus exercer aucune perception visuelle en raison de la coubure de cet Univers.

J'ai dit que l'origine dans le temps de cette pulsation de l'espace n'était pas éloignée de nous de plus de quelques milliards d'années. Or l'âge de la Terre est lui-même de cet ordre de grandeur. Celui des étoiles paraît beaucoup plus grand. C'est ainsi que l'équipartition de l'énergie, transposée du monde atomique au monde sidéral, exige que les étoiles aient une existence de l'ordre de 5 trillions d'années.

On peut, il est vrai, mettre en doute la précision de ce dernier résultat. La détermination de l'âge de la Terre basée sur la durée de l'existence des matières radioactives paraît beaucoup mieux assurée. On a cependant peine à croire que l'origine de l'expansion du Cosmos coïnciderait avec la naissance de la Terre.

J'ai dit plus haut que deux des nébuleuses relativement proches de la Terre accusaient, au lieu de vitesses d'éloignement, des vitesses de rapprochement de l'ordre de 250 kilomètres par seconde.

On a trouvé une explication satisfaisante de cette anomalie. Elle réside dans l'existence d'une vitesse de rotation de notre galaxie qui serait précisément de l'ordre de grandeur en question. La vitesse propre d'éloignement des deux nébuleuses composée avec la vitesse de rotation précédente donnerait ainsi la vitesse de rapprochement observée.

J'observerai seulement à ce propos que la vitesse de rotation de la galaxie n'est pas connue avec une grande précision.

Une autre question se pose :

C'est celle de savoir si la longueur des ondes lumineuses est affectée ou non par la dilatation de l'espace.

Dans le cas de l'affirmative, on déduit des chiffres donnés précédemment pour la grandeur de l'expansion de l'espace (500 k/seconde par mégaparsec d'éloignement), que sa variation au bout d'une année ne serait que de

$$\frac{1}{20.10^9}$$

de sa valeur primitive.

Elle serait par conséquent impossible à déceler expérimentalement, même en admettant que les instruments de mesure échappent à cette dilatation de l'espace.

On notera à ce propos que M. Gheury de Bray, en se basant sur les résultats des déterminations de la vitesse de la lumière effectuées depuis 80 ans (expérience de Fizeau) a conclu de la comparaison de ces résultats que, depuis cette époque, la vitesse de la lumière décroîtrait de 4 kilomètres par an.

Une telle conclusion motive de toute évidence les plus sérieuses réserves étant donné l'ordre de grandeur des erreurs probables expérimentales. Ceci dit, une remarque s'impose, qui est la suivante :

L'énergie sv d'un photon libre doit en vertu du principe de la conservation de l'énergie rester constante. Si le facteur h (constante universelle de Planck), reste constant, cette inva-

riabilité entraîne celle de la fréquence γ du mouvemnt vibratoire du photon.

S'il en est ainsi, la dilatation de l'espace entraîne obligatoirement l'accroissement de la vitesse de la lumière. Dans le cas contraire, la variation de h entraînerait celle, inversement proportionnelle de γ.

Suivant le cas, l'influence exercée par la dilatation de l'espace sur le déplacement des raies du spectre serait alors augmentée ou diminuée.

J'ai dit plus haut que la dilatation de l'espace pouvait entraîner l'accroissement de la vitesse de la lumière. Toutefois cet accroissement, s'il se produisait serait très faible et ne serait perceptible qu'au bout d'un temps extrêmement considérable.

On conçoit aisément qu'en dépit de la solide base théorique fournie par les travaux de l'abbé Lemaître, beaucoup de savants reculent devant des conséquences telles que celles ci-dessus. Ils ont, en conséquence, cherché des tentatives d'explication du déplacement vers le rouge des raies spectrales des nébuleuses spirales.

Dans cet ordre d'idées, ils se sont tout d'abord adressés à l'effet Compton.

Rappelons en quoi il consiste :

Depuis Einstein, on sait que l'énergie lumineuse est tout entière concentrée dans les grains ou photons, véhiculés par des ondes pilotes.

Comme je l'ai dit précédemment, l'énergie détenue par chaque photon est $h\gamma$.

Par ailleurs, on sait que le soleil et les étoiles projettent à tout instant dans l'espace des torrents d'électrons animés d'une vitesse inférieure, mais souvent voisine de celle de la lumière.

Un photon qui est animé de la vitesse de cette dernière peut donc entrer en collision avec un électron. Lorsqu'un tel choc se produit, l'énergie du photon doit, conformément aux lois du choc, diminuer. L'expérience a vérifié la théorie établie par Compton.

En vertu de la relation de Planck, il en est par suite de même de la fréquence γ. C'est-à-dire que la radiation correspondante doit se rapprocher du rouge.

Reste que le photon est dévié d'un angle Θ en même temps que son énergie décroît.

Le calcul montre que cette déviation est liée à la grandeur du déplacement vers le rouge.

Il est certain que le phénomène de Compton paraît expliquer qualitativement l'éloignement apparent des nébuleuses. L'impossibilité où nous sommes quant à présent d'évaluer le nombre de chocs entre photons et électrons qui se produisent sur une partie quelconque d'un rayon lumineux émané d'un astre, paraît s'apposer à toute détermination qualitative du déplacement spectral.

Sir James Jeans fait remarquer que, dans la théorie de l'Univers imaginée à la suite des travaux d'Einstein par l'astronome hollandais de Sitter, la seule distance provoque également un déplacement des raies spectrales vers le rouge. Toutefois ce déplacement est très inférieur à celui observé. On ne saurait donc retenir la cause de décalage découlant de la théorie de de Sitter.

Le docteur Zwicky, de l'Université de Californie a émis une autre hypothèse. Il pense que la cause du décalage observé pourrait être trouvée dans l'attraction gravitationnelle exercée par les corps célestes sur les rayons lumineux qui passent dans leur voisinage. Ces rayons seraient dès lors non seulement déviés, mais leur lumière serait encore rendue plus rouge.

Pour vérifier s'il en était bien ainsi, Ten Bruggencate, de la même Université, a examiné la lumière provenant d'un certain nombre d'amas globulaires appartenant à notre galaxie. Ces amas étaient tous sensiblement à la même distance de nous. Par contre, leur masse variait notablement d'un amas à l'autre. Les résultats obtenus montrèrent que la lumière de ces amas accusait un décalage vers le rouge.

Si la distance avait été le seul facteur des décalages observés, ceux-ci auraient dû être tous égaux pour chacun des amas, puisque leurs distances à la Terre étaient égales. L'observation montra qu'il n'en était rien et que les décalages enregistrés étaient surtout liés à la masse des amas.

Cette conclusion soulève plusieurs objections. En premier lieu, les amas faisant partie de notre galaxie, il est vraisemblable qu'ils ne s'éloignent pas tous de nous.

En second lieu, l'évaluation des masses des amas est peu précise.

Pour ces deux raisons, on peut penser que les conclusions de Zwicky manquent d'un appui solide.

Jeans n'en persiste pas moins à penser que, dans leur ensemble, le décalage des raies du spectre des nébuleuses est réellement attribuable à leur éloignement. Il lui semble toutefois probable qu'une bonne part des déplacements des raies doit être attribué à l'effet signalé par Zwicky et Ten Bruggencate.

Tout dernièrement le professeur viennois A. Haas a proposé une nouvelle interprétation du déplacement vers le rouge des raies des nébuleuses spirales.

D'après ce savant, ce ne serait pas la variabilité de l'espace, mais celle du temps qui serait en jeu. Ce dernier se s'écoulerait plus dans le présent comme dans le passé.

Avec cette manière de voir, la marche des horloges de l'Univers irait constamment en s'accélérant.

Il s'ensuivrait qu'un événement survenu dans

le passé doit sembler retardé par rapport à l'événement identique survenant dans le présent.

Partant de là, le professeur Haas observe que notre connaissance des nébuleuses est basée sur l'examen de la lumière qu'elles ont émise il y a des millions d'années.

Les photons de cette lumière apportent en conséquence avec eux une métrique du temps autre que celle actuelle, puisqu'ils reproduisent la marche des horloges telle qu'elle était au moment où ils prirent naissance.

Ainsi l'expansion de l'Univers ne serait en réalité qu'une accélération du temps. Enfin, M. l'ingénieur E. Savin se basant sur la décroissance de l'énergie potentielle de l'univers en aurait déduit le déplacement des raies spectrales vers le rouge. J'observerai ici qu'il n'est pas *a priori* impossible que cette tentative d'explication soit contradictoire avec l'expansion de l'espace.

On voit par cet exposé quelles questions de métaphysique sont soulevées par la science moderne.

Souhaitons que les énigmes auxquelles elles se réfèrent soient bientôt résolues. Un sage scepticisme est néanmoins permis à ce sujet.

J'aborde maintenant l'examen d'un autre problème plus objectif, posé et résolu par le spectroscope.

Le vide de l'espace sidéral.

Une autre conquête récente du spectroscope est celle qui a trait à la détermination du degré de vide de l'espace sidéral.

Jusqu'à ces dernières années on croyait au vide absolu des espaces célestes. Entendez par là qu'on se figurait que cet espace ne contenait aucune trace de matière gazeuse. L'attraction des astres les plus voisins devant fatalement la pousser sur ceux-ci.

Ce n'est que dans les premières années de ce siècle qu'on s'est aperçu qu'il n'en était rien et que l'espace interstellaire était occupé par des nuages infiniment ténus de vapeurs métalliques à très haute température.

C'est l'astronome Hartman, qui, le premier, mit en évidence l'existence de tels nuages, alors qu'il étudiait le spectre de l'étoile delta d'Orion. Cette étoile est double, c'est-à-dire qu'elle est constituée par deux astres qui tournent autour de leur centre de gravité commun. Au cours de ce mouvement de rotation, ces deux astres se rapprochent et s'éloignent de nous alternativement.

On sait qu'un tel mouvement entraîne le déplacement des raies du spectre d'un astre, vers le violet lorsqu'il s'en rapproche, vers le rouge lorsqu'il s'en éloigne. Or Hartman observe qu'une des raies caractéristiques du calcium restait toujours immobile et était nette alors que les autres étaient larges et voilées.

Cette netteté indiquait que l'absorption de lumière donnant naissance à la raie en question provenait d'un gaz bien plus raréfié que celui qui engendrait les autres raies. De plus, l'immobilité de cette même raie montrait que le gaz absorbant ne participait pas au mouvement de l'étoile.

On supposa d'abord que cette masse gazeuse métallique devait sa haute température au fait qu'elle était assez rapprochée de l'étoile pour que celle-ci la maintint à l'état de vapeur.

L'astronme américain Slipher fit quelques années plus tard des constatations identiques sur d'autres spectres stellaires. Il fit remarquer que les nuages de calcium ne participaient ni au mouvement solaire ni à celui des étoiles. On devait donc les considérer comme immobiles. Il en conclut que les atomes dont l'absorption produisait la ligne nette précédente devaient faire partie de nuages très raréfiés.

Plus tard, on constata l'existence d'autres raies de même nature, mais seulement dans les spectres des étoiles les plus chaudes. De nombreuses vérifications ont été faites et on admet maintenant qu'à quelques milliers d'années lumière, l'espace contient des vapeurs métalliques (calcium, sodium) de faible densité.

La raie H du calcium est due à des atomes de ce corps, partiellement ionisés, c'est-à- dire privés d'un seul électron.

Depuis Eddington, on sait que cette ionisation résulte de l'action des rayons ultra-violets sur les atomes de calcium. On sait aussi que la puissance d'arrachement de ces rayons ne dépend que de la seule fréquence du mouvement vibratoire des rayons.

Le même phénomène peut aussi se produire pour des métaux autres que le calcium, mais les raies de ces éléments se trouvent dans une région du spectre inobservable.

L'astronome russe Struve a beaucoup fait progresser l'étude des nuées stellaires. Il a observé les raies stationnaires du calcium dans les spectres de plus de 300 étoiles. Elles y existent constamment et on peut toujours les observer lorsqu'elles ne sont pas masquées par d'autres raies plus larges. Il faut encore que l'étoile soit suffisamment éloignée. Si l'étoile était à faible distance relative les raies immobiles du calcium sont floues. Leur netteté s'accroît avec l'éloignement de l'étoile. Ce fait tient à ce que les radiations de l'astre sont d'autant plus absorbées qu'elles traversent une plus grande épaisseur de nuée stellaire.

D'après Struve, les étoiles dans lesquelles les raies immobiles sont très nettes doivent se trou-

ver à une distance de nous de l'ordre de 20.000 années lumière (1 année lumière vaut 9 trillons 461 millions de kilomètres). Il a déduit de là un moyen ingénieux pour évaluer les distances d'astres éloignés.

Inversement, la distance d'un astre étant connue, on peut en déduire la valeur de la densité du nuage gazeux qui se trouve entre elle et nous. Cette densité est extraordinairement faible. Il n'y aurait que 60 atomes par litre, alors que dans l'atmosphère, sous la pression normale, il y en a 20.000 milliards de milliards.

Dans tous les gaz, la théorie cinétique veut que les atomes sont en perpétuel mouvement. Ainsi, chacun d'eux a dans l'air normal un libre parcours d'un dix millième de millimètre et subit de ce chef, cinq milliards de chocs par seconde.

Dans l'espace sidéral, Eddington a calculé que l'atome se trouvant dans une nuée de calcium ne subit un choc que tous les ans et que son libre parcours est égal à la distance de la Terre au Soleil. En dépit de cette dilution extraordinaire l'espace contient une quantité de matière égale à la moitié de celle que contiennent les étoiles.

Les atomes ainsi isolés, subissent le choc d'électrons libres arrachés aux atomes par les radiations ultra-violettes. On peut calculer la vitesse ainsi imprimée aux atomes. D'un autre côté, on sait que la température d'un gaz est caractérisée par la vitesse des molécules qui le constituent. On a ainsi pu déterminer la température du gaz interstellaire. On l'a trouvée égale à 15.000 degrés centigrades.

Supposons un homme placé au sein d'un tel nuage : l'apport de chaleur provenant de ce dernier sera très petit, étant donnée la dilution de la matière qui le constitue. Il le sera encore vis-à-vis de celle rayonnée par le corps de l'homme en question. En conséquence, ce dernier serait gelé presque instantanément (1). Une telle conséquence, si paradoxale qu'elle paraisse est néanmoins certaine.

On s'est demandé si les atomes gazeux répandus dans l'espace pouvaient ne pas obéir à l'attraction qu'exercent sur eux les étoiles. A cette question, le calcul, d'après M. Couderc, répond négativement. Il n'en est plus de même si la masse gazeuse stellaire est animée d'un mouvement rapide de rotation. On est par suite amené à conclure que cette masse gazeuse participe au mouvement d'ensemble de rotation de notre galaxie. La vitesse de cette rotation est, ainsi que nous l'avons exposé dans la première partie de cet article, estimée devoir être voisine de 250 kilomètres par seconde.

(1) Un thermomètre placé au sein d'un tel nuage sidéral ne serait en équilibre de température avec ce nuage que si sa masse était infiniment petite et que s'il était heurté par les atomes de calcium. Autrement il marquerait une température voisine du zéro absolu.

LA FABRICATION DU TISSU ÉPONGE

par Raymond THIÉBAUT

Ingénieur textile

La fabrication d'un tissu au moyen d'un métier à tisser est basée sur le principe suivant : étant donnée une nappe de fils parallèles disposés horizontalement (chaîne), on soulève certains d'entre eux en laissant les autres en place, puis on fait passer perpendiculairement à ceux-ci, et dans le même plan un nouveau fil (trame). Les différents modes d'entrecroisement de ces fils constituent les diverses sortes d'étoffes variables à l'infini en raison des multiples dessins formés par l'enchevêtrement des fils. A cet effet, l'ossature d'un métier à tisser ordinaire (fig. 1 et 15), comporte quatre montants que des traverses maintiennent en place. Entre les montants arrière est un cylindre dit « ensouple » sur lequel sont enroulés les fils parallèles de la chaîne. Vers le milieu du métier se trouvent les lames formées de deux lattes de bois reliées entre elles (fig. 2), par les « lisses », sorte de mailles terminées chacune à leurs extrémités par un fil bouclé et attaché aux lattes du montant de la lame. Dans chacune des lisses est passé un fil de chaîne, ce qui fait que lorsqu'on soulève une lame par un moyen quelconque, toutes les lisses de la lame montent et, par conséquent, tous les fils passés dans les lisses. Il en résulte donc entre les fils soulevés et ceux restés fixes, un espace dit « foule » dans lequel on fera

passer le fil de « trame », ou « duite » de l'étoffe. Le mouvement différent des lames produira donc

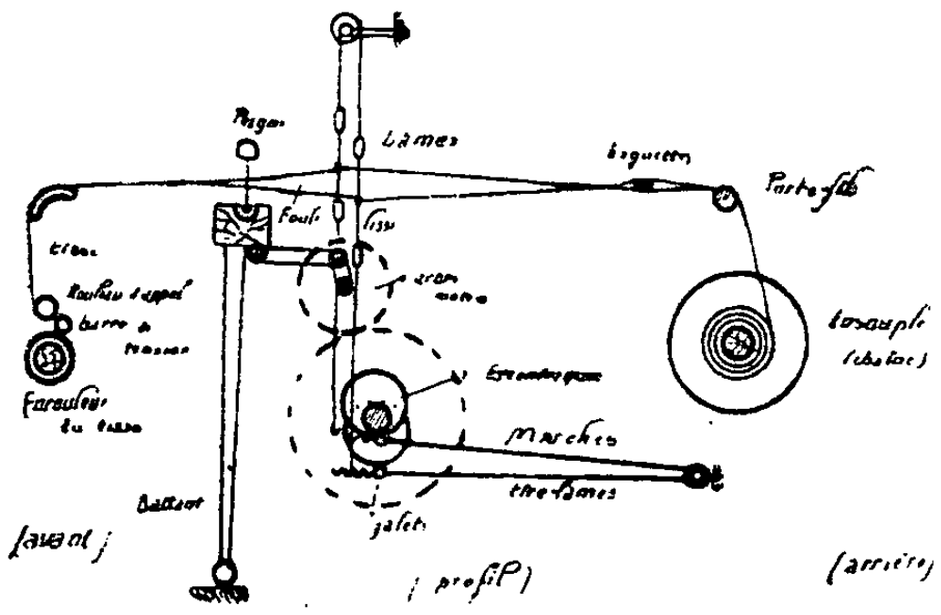


Fig. 1 — Schéma d'un métier à tisser.

différentes foules dans chacune desquelles sera insérée une « duite ». Mais afin que ces dernières soient bien serrées et rapprochées les unes

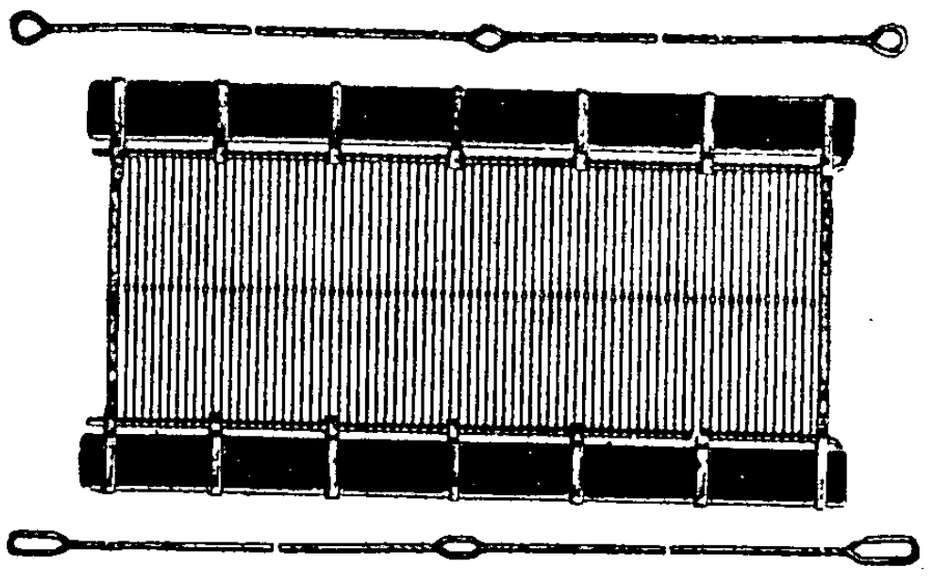


Fig. 2. — Représentation d'une lame. Détail de lisses.

des autres, on dispose un « peigne » chargé, après chaque passage de trame, de venir frapper contre la duite afin de la presser contre la précédente et qu'ainsi le tissu montre un beau grain. Les fils passent à travers les dents de ce peigne, un à un ou deux à deux ou suivant une disposition spéciale et régulière dite « piquage au peigne ». Entre les montants avant du métier à tisser est un rouleau sur lequel s'enroule le tissu ainsi confectionné. Les duites sont insérées dans les différentes foules grâce à une « navette » (fig. 3-a) (en buis généralement, ou bien en bois dur). On a même tenté de substituer à la navette en bois celle en aluminium — les essais de navettes en métal léger tels que l'aluminium ont montré que, trop légères, elles volaient dans les fils et les cassaient. — A l'intérieur de cette navette, on place une « canette » ou bobine allongée (fig. 3-b), qui se dévide par suite du mouvement de chasse et de va-et-vient donné à la navette de chaque côté du métier.

Ces quelques principes sont constants et ne diffèrent dans le détail chez les divers constructeurs que par de légères particularités. Nous allons voir maintenant ce qu'est le tissage du « tissu éponge ».

Le tissu éponge qui se caractérise, comme son nom l'indique, par une grande spongiosité, doit celle-ci à sa structure par la formation de bouclettes plus ou moins hautes sur une ou

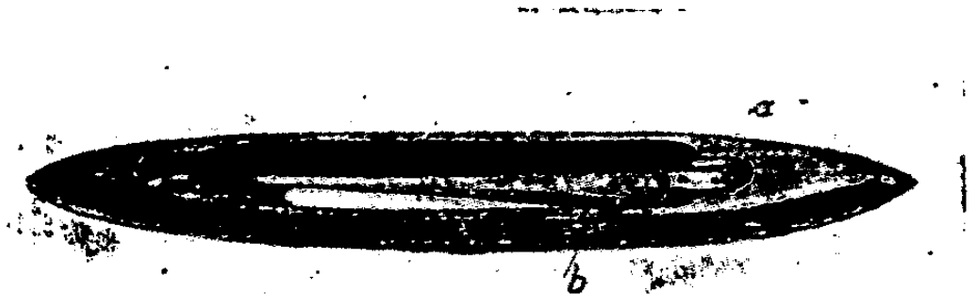


Fig. 3. — Navettes.

deux faces de l'étoffe, ainsi qu'à la qualité des filés employés. Il est évident que les fibres absorbant elles-mêmes l'eau facilement seront préférables : c'est le cas des filés coton, surtout lorsqu'ils sont peu tordus. Du reste, moins un fil est tordu, plus il est doux au toucher, qui, dans le cas du tissu éponge, dépend également de la hauteur des boucles. Ainsi, comme dans le tissu éponge nous avons deux chaînes : une chaîne boucle et une chaîne fond, on conçoit déjà que la chaîne boucle sera faite de préférence de fils écrus — car un filé teint saturé par la teinture, serait obligatoirement plus tordu qu'un autre, de façon à résister aux diverses manipulations dont il est l'objet — et que la chaîne fond sera constituée de filés bien tordus, ceux-ci subissant au tissage une fatigue beaucoup plus considérable et une tension plus forte. Ils peuvent être de couleurs différentes comme cela se remarque d'une façon courante dans le peignoir de bains, serviettes et gants de toilettes, etc... Quant à la trame écrue ou de couleur, elle devra être floche, afin de remplir, elle aussi, les conditions d'absorption voulues.

Ainsi, toutes ces boucles augmentent la surface de l'étoffe et par la spongiosité des filés, permettent l'absorption rapide de l'eau, d'où l'emploi dans le linge de toilette. Dans cette fourrure de boucles, perméable à l'eau, mais presque imperméable à l'air — d'où l'emploi dans le peignoir de bain — l'eau contenue est difficile à évaporer, c'est pourquoi le tissu éponge est toujours très long à sécher.

Les principes généraux du tissage du tissu éponge sont constants et ne diffèrent d'une ma-

chine à l'autre que par quelques petites particularités. Toutefois, dans la fabrication, certaines modifications peuvent encore s'opérer.

Supposons, tout d'abord, que nous sectionnions sur sa longueur un échantillon de tissu éponge en cours de fabrication, c'est-à-dire près du peigne du métier à tisser (fig. 4). Les duites sectionnées nous apparaissent alors suivant les petites circonférences d_1 d_2 d_3 d_4 encastrées dans les fils de chaîne b_1 f_2 f_3 b_4, ce qui donne, après mouvement du peigne dans le sens F (fig. 5), deux boucles B B' à l'en-

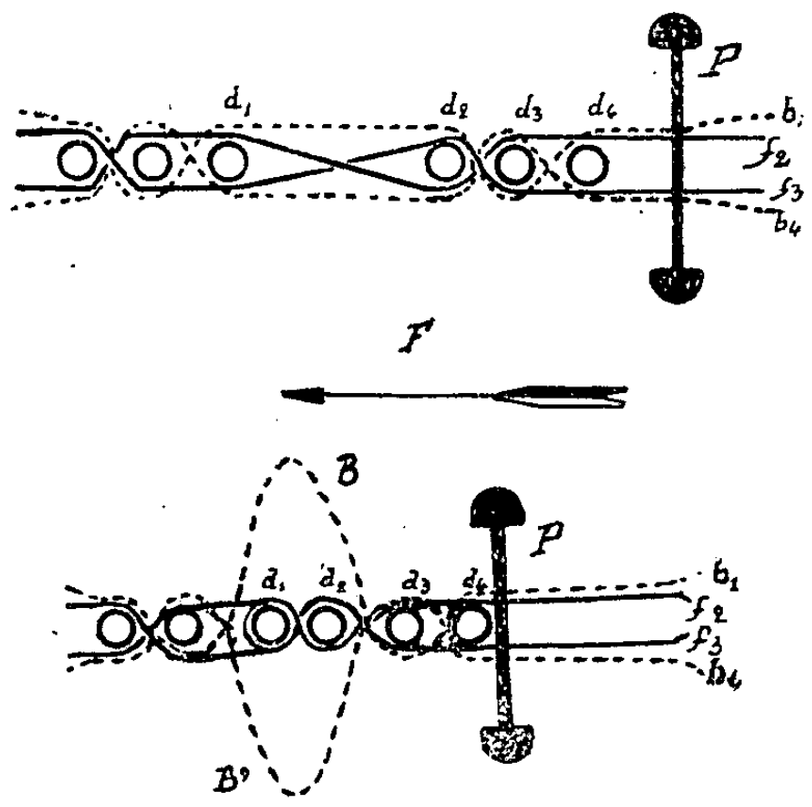


Fig. 4 et 5. — Principe de fabrication du tissu éponge.

vers et l'endroit du tissu. Quand le peigne P est venu, en effet, contre la duite d_1, il s'est produit un serrage des duites d_2 d_3 d_4 contre d_1 à hauteur du tissu T déjà fabriqué. Pendant ce serrage, les fils b_1 b_4 pincés entre les duites d_2 d_3 d_4 viennent former les boucles B B', alors que les fils f_2 f_3, plus tendus que b_1 b_4, laissent glisser les duites d_2 d_3 d_4... puis viendra un autre groupe d'_2 d'_3 d'_4 qui restera inséré à une certaine distance du tissu (6 à 12 mm. selon la hauteur de boucle désirée), jusqu'à un autre mouvement du peigne.

Comme nous l'avons déjà dit, il faudra donc deux chaînes, donc deux ensouples sur métier : une chaîne fond tendue normalement, une chaîne boucle très peu tendue. De plus, il faudra un mouvement spécial du peigne insérant plusieurs duites à une certaine distance du tissu plus un second mouvement insérant ce groupe de duites contre le tissu fabriqué : c'est le mouvement de boucle.

Tout ce que nous venons de dire s'applique aussi bien à la fabrication sur le métier à tisser à main qu'à la fabrication sur le métier mécanique. Examinons ces deux genres de fabrication.

A. — Fabrication sur le métier a main.

Le métier à main doit être muni, tout d'abord, d'un régulateur qui enroule uniformément le tissu ; ensuite il est nécessaire pour le mouvement de peigne variable, d'avoir un dispositif d'arrêt du battant soutenant le peigne. A cette fin, on a prévu un taquet d'arrêt T (fig. 6), qui dans sa position normale, limite l'oscillation du battant B. L'action de ce taquet peut être annulée en appuyant sur la pédale P qui, par la tringle t abaisse l'extrémité du taquet T tendant ainsi le ressort de rappel R en oscillant en Ox. Sur les petits métiers à main, un tel dispositif suffit au milieu du battant, mais sur les grands métiers, on en place un à

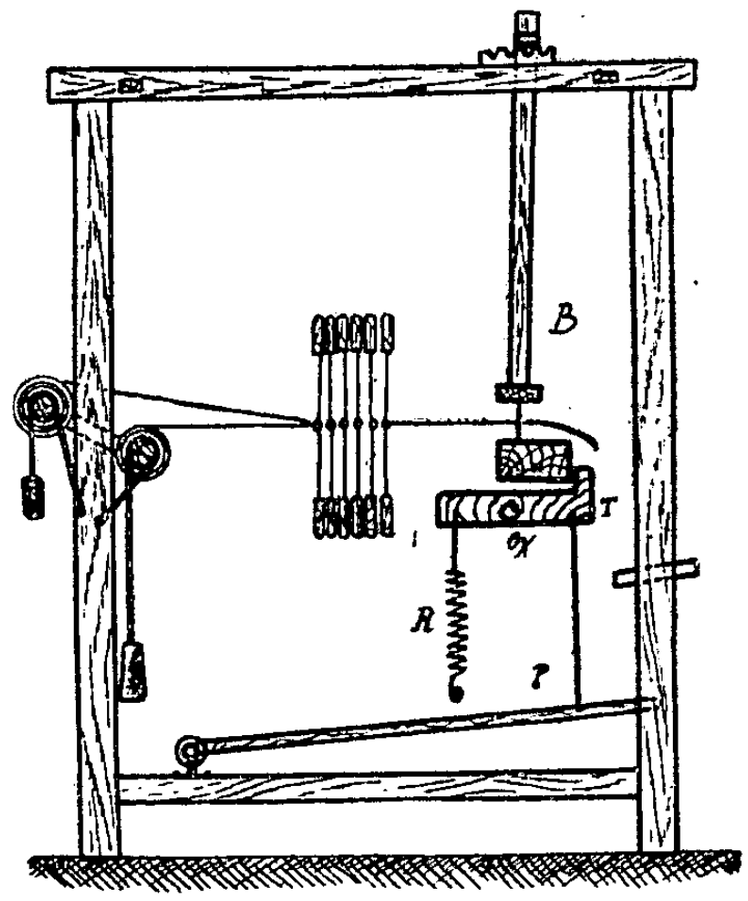


Fig. 6. — Métier à main (Tissage du tissu éponge.)

chaque extrémité. Ce dispositif élémentaire permet donc au tisserand d'exécuter un nombre quelconque de duites, puis de former une boucle. Le freinage des deux ensouples se fait par corde de chanvre ou de coton en employant un poids assez faible pour la chaîne boucle et un plus fort pour la chaîne fond.

B. — Fabrication sur métier mécanique.

I. — *Dispositifs de commande du battant.*

Dans le métier mécanique, il faut, pour étudier le mouvement spécial du battant, considérer tout d'abord deux genres :

1° Le battant recevant dans tout son ensemble une oscillation variable ;

2° Le battant portant le peigne dans un cadre séparé dont la position varie avec le tramage.

Nous allons étudier succinctement ces deux catégories.

1° *Dispositifs à déplacement de l'ensemble : battant et peigne.* — Dans la première catégorie nous pourrons placer le dispositif suivant dans lequel la variation d'amplitude du peigne est donnée par une bielle du battant B reliée par les leviers L_1 L_2 à une poulie en fonte P (fig. 7

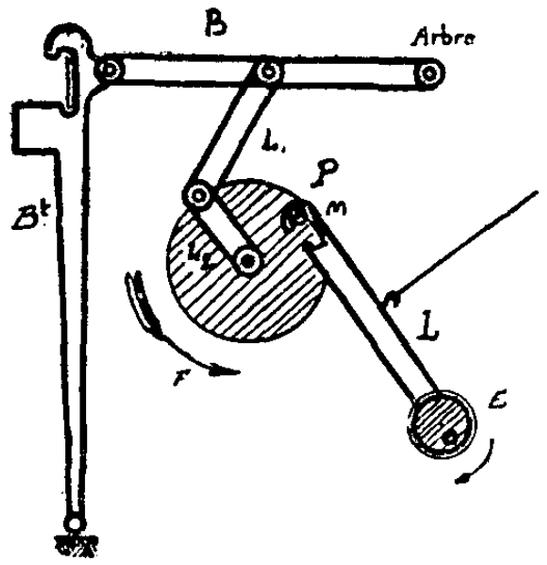


Fig. 7. — Variations d'amplitude du peigne-battant.

et 8), celle-ci possède un manchon M s'engageant dans la coulisse ouverte du levier L callé sur un excentrique à collier E. C'est cet excentrique à collier circulaire qui donne le mouvement au mécanisme. La poulie est déplacée en avant et en arrière par le levier L. S'il pousse

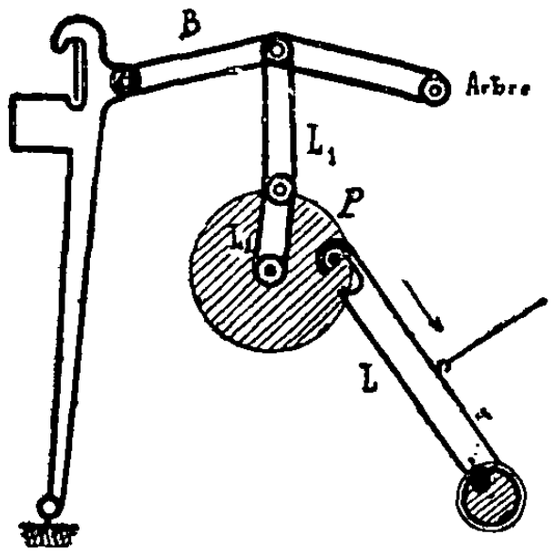


Fig. 8. — Position demi-avancée.

celle-ci en avant, la bielle B se maintient droite, mais si, au contraire, il la pousse vers l'arrière, la bielle B prend la position brisée. L est alors commandé dans ce mouvement par un cordon ou une courroie C allant au mécanisme de mouvement de la foule.

Un autre dispositif du même genre est souvent aussi adopté. Sur le point Ox du battant B (fig. 9), est articulé une pièce triangulaire recevant à l'un de ses angles de base l'extrémité de la bielle actionnant le battant et à l'autre un levier équerre L, dont la petite branche est munie d'un doigt *d* sur lequel une encoche *e* vient se reposer. Cette encoche est pratiquée dans un tringlage 1, 2, 3, 4, commandé par un plateau à gorge excentrée P. Ce dernier est constamment en rotation pendant la marche du métier, aussi communique-t-il un mouvement oscillatoire au levier équerre L ainsi qu'à la petite pièce triangulaire oscillant en Ox, qui détermine alors un déplacement du battant par rapport à la bielle. Quand le galet du tringlage 1, 2, 3, 4, est sur le petit rayon de la gorge excentrée du plateau P, l'amplitude du peigne est augmentée. Au contraire, quand le galet est sur le grand rayon, l'amplitude est diminuée.

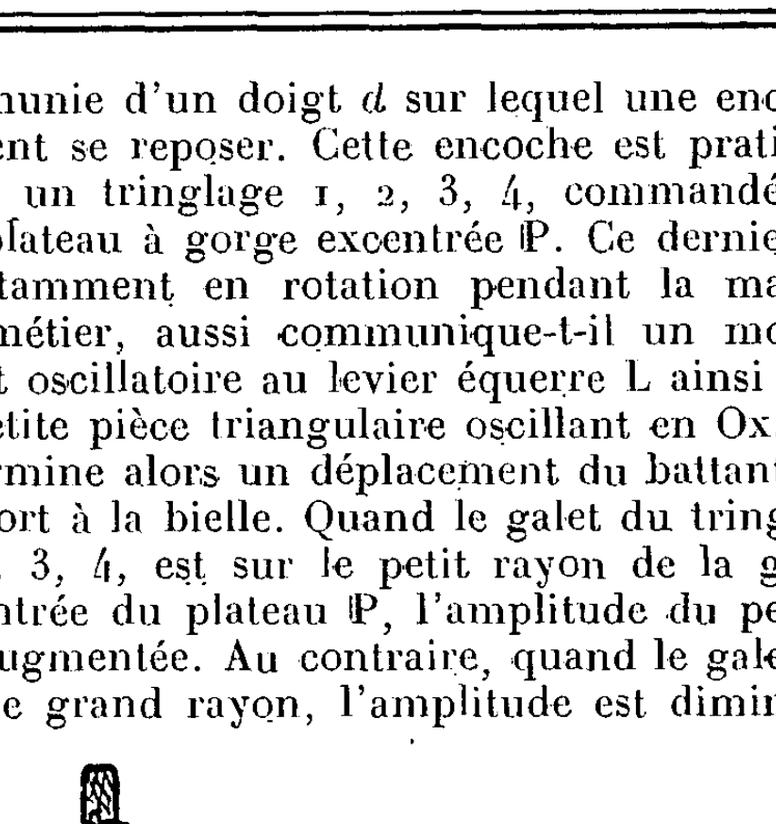


Fig. 9. — Variations de la position du battant.

Et si, à certains endroits de l'étoffe à fabriquer on désire un espace non bouclé, l'extrémité 1 du tringlage peut être soulevée dégageant alors le doigt *d* de l'encoche *e* et transformant la machine en métier à tisser ordinaire.

On peut encore rencontrer dans ce même genre de principe un mécanisme ressemblant aux deux précédents et donnant une position du battant par rapport à la bielle variable avec la position du doigt traversant deux coulisses d'obliquités différentes et fixées sur le battant.

2° *Dispositifs à déplacements du peigne dans le battant.* — Parmi la seconde catégorie que nous avons précédemment distinguée (dispositifs dont le battant reçoit un mouvement d'amplitude constante alors que le peigne est déplacé dans le battant), le dispositif le plus connu comporte un peigne P (fig. 10), fixé dans un cadre mobile M maintenu derrière le battant par deux leviers L OxC oscillant en Ox point fixé sur le montant du battant. L'extrémité inférieure de ces leviers, terminée en coulisse,

insère un doigt *d* devant lequel se trouve une butée *b*. Celle-ci est fixée sur un leveir lO'xC oscillant en O'x et reposant sur un excentrique E. Des ressorts plats à lame plaquent les leviers COxL contre des boulons de réglage *r*. Ainsi le peigne occupe la position la plus reculée. Un bon réglage déterminé par les boulons *r* doit laisser un espace vide d'environ 10 mm. entre le peigne et le battant. Pour le coup de peigne provoquant le mouvement de boucle, le peigne est alors porté plus avant contre le battant au moyen de la butée *b*. En effet, l'excentrique E, en tournant grâce au train d'engrenage 1, 2, 3, 4, 5, fait alternativement monter et descendre la branche O'xC du levier bO'xC provoquant

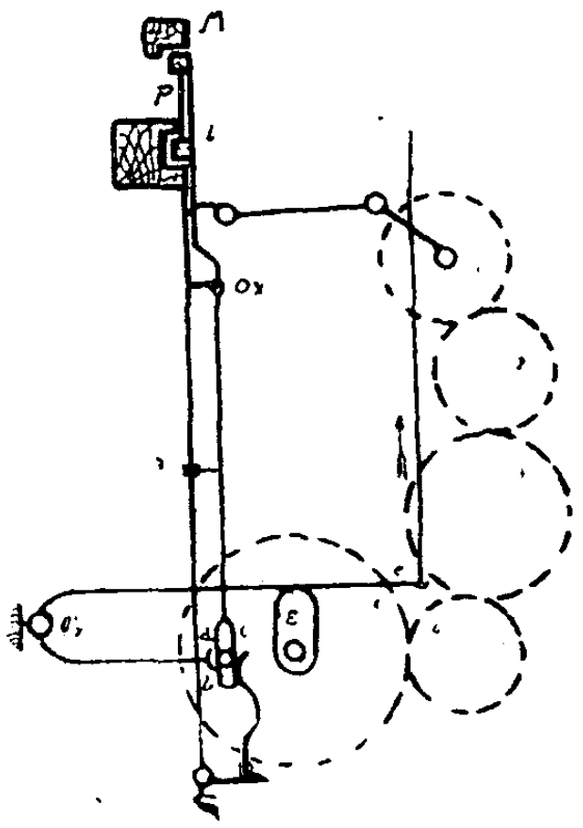


Fig. 10. — Variations d'amplitude du peigne P.

ainsi une montée et une descente simultanées de la branche O'xb de ce même levier, c'est-à-dire de la butée *b*. Celle-ci sera donc à hauteur du doigt *d* ou au-dessous. Considérons alors ces deux cas. Si la butée *b* se trouve en face *d*, lorsque le battant vient frapper le tissu pour le serrage de la duite contre ses voisines, ce doigt *d* provoque, en rencontrant la butée *b*, un mouvement de bascule du levier LOxC autour de Ox, c'est-à-dire que l'extrémité L, donc le peigne P, qui en est solidaire, viendra remplir l'espace vide du battant. L'amplitude du peigne est alors maximum et on la règle par la position de l'excentrique ou par des vis spécialement placées près de la butée. Au cas où la butée est alors, par le déplacement de l'excentrique, en dessous du doigt *d*, l'amplitude du peigne est restreinte, car aucune action ne s'exerçant sur la partie C du levier LOxC, celui-ci se trouve dans la position de la figure, c'est-à-dire laissant un certain jeu entre le battant et le peigne. Lorsque l'on veut tisser un passage sans boucles dans l'étoffe, il suffit, par un moyen mécanique tel que ratière ou Jacquard, de lever constamment le levier bO'xc dans le sens de la flèche. Ce dispositif est encore employé quand on désire transformer un métier à tissu éponge en métier ordinaire.

Enfin, il existe aussi divers dispositifs pour le déplacement du peigne ou du cadre supportant le peigne. D'autre part, on a réalisé un système très simple et original basé sur un principe tout différent. C'est alors la position du tissu et la nappe des fils de chaîne qui varie, tandis que l'amplitude du peigne reste constante. On réalise pratiquement ce principe par

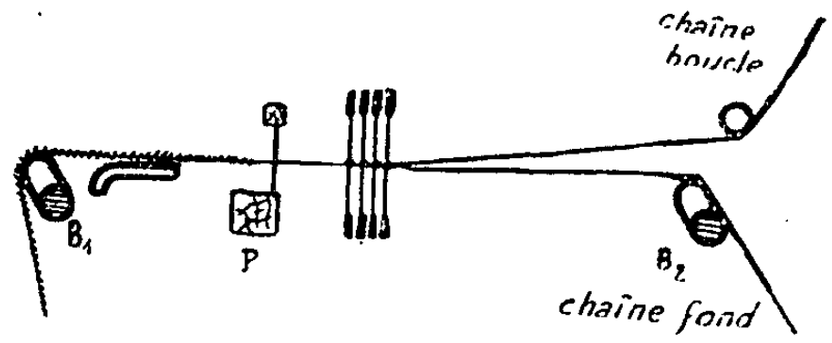


Fig. 11. — Variations de la position du tissu.

des barres mobiles B_1 B_2 (fig. 11), qui reçoivent un mouvement de rotation vers l'avant du métier, quand le serrage des duites se fait à distance du tissu et, au contraire, vers l'arrière, pour la formation de la boucle.

II. — *Dispositifs de tension des chaînes.*

Nous avons vu qu'en plus du mouvement spécial de frappe du battant il était indispensable de faire certaines remarques quant à la tension de la chaîne boucle et de la chaîne fond. La question semble des plus élémentaires au premier abord et, néanmoins, la fabrication du tissu éponge reste très délicate, donnant, souvent, comme on le sait, bien des ennuis pour de menus détails pourtant difficiles à découvrir.

On sait que la chaîne fond doit être tendue normalement, mais que la chaîne boucle nécessite une tension très faible, telle que les fils s'opposent à peine à leur entraînement. Cette question apparaît déjà comme plus compliquée si l'on songe, en effet, que ces fils boucles sont tirés par secousses successives provoquant une sorte de flottement dans la nappe. D'où la nécessité de créer des organes régulateurs de tirages que l'on peut, par exemple, classer en trois catégories principales : rouleaux, fournisseurs, freins d'ensouple à tension rétrograde, porte-fils mobiles.

Les « rouleaux fournisseurs » sont peu employés. Le principe consiste à amener la chaîne boucle par l'intermédiaire d'un cylindre recouvert de peluche mis en mouvement depuis l'arbre principal du métier au moyen d'un excentrique simple à arbre oscillant selon la hauteur de boucle désirée. A cette fin la chaîne

boucle est située dans le haut du bâti de la machine. De l'ensouple les fils passent en enveloppant environ les 3/4 du cylindre de peluche par dessus deux autres cylindres en fer facilement mobiles. Sur la face extérieure du cylindre de peluche se trouve une poulie à gorge en fonte, dans laquelle s'engrènent, au moment du travail, deux coins en fer opposés, logés élastiquement, déplaçant par frottement le cylindre conformément à la hauteur de boucle désirée au moyen de l'excentrique déjà mentionnée.

Les « freins à tension rétrograde » comprenant une corde ou une lanière de cuir tendue par deux poids sur la poulie de frein (fig. 12). L'un d'eux P_1 est plus fort que P_2, le premier étant sur le côté de la résistance, le second sur le côté de la puissance. Quand la chaîne doit se dérouler (mouvement de boucle), le frein suit le mouvement P_1 monte et P_2 descend ; or, par suite de cet à-coup, la chaîne se trouve déroulée rapidement et l'inertie du rouleau dévide trop de chaîne. Le poids P_1 plus lourd que P_2 n'étant plus entraîné descend en récidivant l'excédant de chaîne non absorbé. Une coulisse *c* limite le retour de P_2 qui aurait tendance à être entraîné par P_1. Le réglage de cette tension est obtenu par les poids dont la valeur varie suivant le nombre de rondelles placées sur les chandelles P_1 P_2. Notons ce détail important qu'il sera indispensable de ne placer des chaînes boucle que sur les ensouples bien ronds.

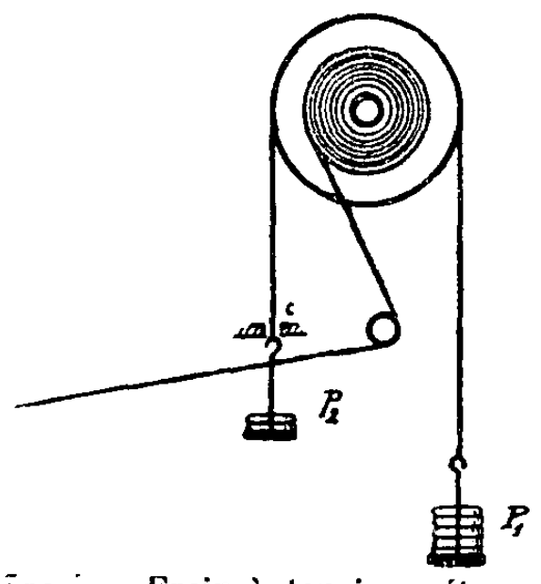


Fig. 12. — Frein à tension rétrograde.

Le système le plus simple des « porte-fils mobiles » consiste à placer la barre de fer ou de bois sous laquelle passe la nappe de fils boucle dans des coulisses inclinées à 45° sur l'horizontale. Quand le rouleau est entraîné pour le mouvement de boucle, les fils forcent la barre à monter dans ses coulisses mais dès que la distance suffisante pour la formation de la boucle est absorbée par le peigne, la barre redescend dans ses coulisses régularisant ainsi la tension de la nappe.

Il faut avoir soin de veiller toujours à la tension des fils boucles : trop peu tendus ils se croisent, peuvent se casser et se tissent très mal, donnant des boucles irrégulières. Trop tendus, ils risquent de revenir en arrière après la formation de la boucle, c'est-à-dire de déformer celle-ci.

Mais tous les systèmes précités, s'ils sont simples et efficaces, ne tiennent pas compte que le poids et le diamètre du rouleau de la chaîne boucle — comme celui de la chaîne fond, du reste — varient au fur et à mesure du tissage et c'est là une des causes des principales irrégularités des tissus éponge. Aussi a-t-on récemment mis au point un système de livraison automatique d'une longueur de fil rigoureusement constante et juste nécessaire à la formation de la boucle. Cela s'effectue par un système de rouleaux délivreurs pinçant la nappe de fils et dont la rotation au moment opportun est commandée par le peigne mobile lorsqu'il occupe sa position formée. Les organes du mécanisme de commande de la livraison sont tels que la longueur des boucles est toujours égale au déplacement du peigne entre ses positions d'ouverture et de fermeture. L'ensouple de chaîne boucle est montée à rotation libre sur son axe et freinée très légèrement. La nappe de fils est pincée entre deux petits rouleaux de caoutchouc de même diamètre (fig. 13). Le rouleau inférieur est fixé sur l'axe d'un rochet R et transmet ses rotations au rouleau inférieur. Le rochet R est commandé par un cliquet C qui est actionné lui-même par une tringle *t* reliée au peigne ou sur métier à boîtes montantes, reliée au balancier support du cylindre à cartons. Le levier du cliquet est monté face sur l'axe du rochet, si bien que pour toutes les duites, à l'exception de la dernière d'un groupe, le peigne étant ouvert donne la position de la figure pour les organes du mécanisme. Et, sitôt que le peigne se ferme par les moyens étudiés précédemment, la tringle *t* tire sur le cliquet *c* qui fait tourner le rochet R, c'est-à-dire les cylindres 1 et 2 qui entraînent une quantité déter-

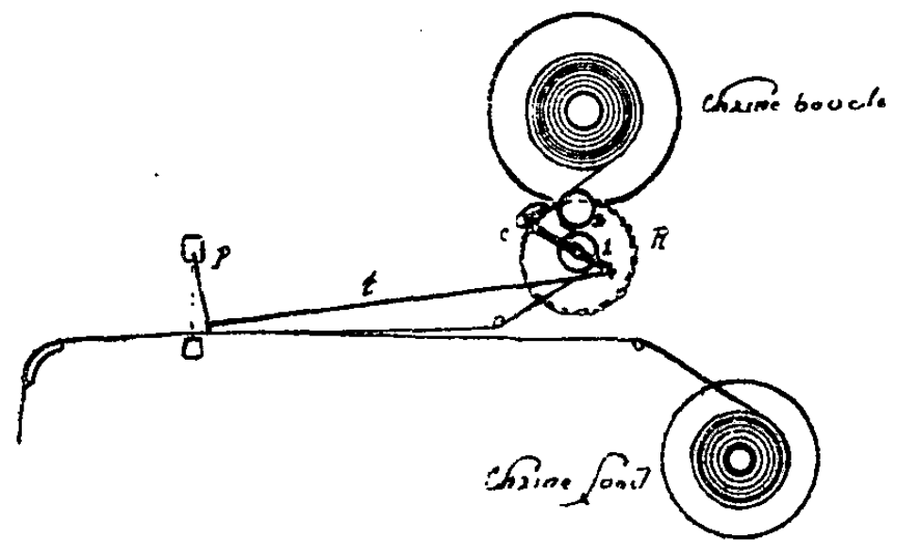


Fig. 13. — Dérouleur de chaîne boucle à frein régulateur.

minée de chaîne. Cette quantité est celle destinée à la formation d'une boucle. Supposons alors que cette boucle soit égale à 1 centimètre, si les cylindres 1 et 2 ont par exemple 30 cm. de circonférence, il faudra 30 fois le mouvement de fermeture du peigne pour qu'ils accomplissent une révolution et pour que le rochet accomplisse, lui aussi, une rotation complète. On pourra donc prendre un rochet de 30 dents et on règlera les boulons de la tête de la tige *t* de telle sorte que l'amplitude de l'oscillation fasse prendre au cliquet une seule dent par mouvement de peigne.

Remarquons que nous pouvons pareillement appliquer ce procédé au tissage des « gaufrés » en commandant l'oscillation du cliquet C non plus toutes les deux ou trois duites comme pour le tissu éponge, mais en la commandant à chaque duite par le battant. A chaque duite, les cylindres 1 et 2 feront une rotation partielle en délivrant un peu de chaîne gaufrée. Prenons un exemple plus pratique en admettant une vitesse moyenne du métier de 140 coups-minute, s'il y a 20 duites au centimètre, la production théorique est de $\frac{140}{20}$: 7 centimètres à la minute. En supposant, d'autre part, un embuvage de 3 o/o, il y a par minute $7 \times 1.03 = 7$ cm. 21 de chaîne fond développée. Si le gaufré est à 20 o/o il y aura donc 120 mètres de chaîne gaufrée pour 100 mètres de chaîne fond soit ici $\frac{7,21 \times 120}{100} = 8$ m. 65 de chaîne gaufrée pour 7 m. 21 de chaîne fond, c'est-à-dire que les cylindres 1 et 2 devront délivrer 8 m. 65 de chaîne par minute ou pour 140 coups de battants : soit $\frac{8,65}{140} = 0$ cm. 061 par coup de battant. Si les cylindres ont les dimensions que nous disions plus haut ou 30 cm. de circonférence, ils devront avancer de $\frac{30}{0,061} = \frac{1}{491}$ de tour à chaque coup de battant, autrement dit, il faudra 491 coups de battant pour opérer une rotation complète du rochet. En supposant un rochet de 491 dents il serait actionnée duite par duite, dent par dent, mais on conçoit qu'un tel rochet ne peut se trouver en pratique, aussi commande-t-on les cylindres 1 et 2 par train d'engrenages démultipliant le mouvement du rochet. Pour éviter tout glissement de la chaine, on pourra remplacer les cylindres de caoutchouc par des cylindres d'émeri très fin.

III. — *Obtention des franges de serviettes.*

Dans la fabrication des serviettes le mouvement de franges dont elles sont garnies est également un mouvement spécial. Le métier possède un régulateur tirant régulièrement le tissu après l'insertion de chaque duite et lorsque l'on arrive au tirage des franges, le métier peut s'arrêter par un compteur spécial et le tisserand tire le tissu de la longueur des franges en actionnant le volant du régulateur à la main. Ce procédé rudimentaire peut être rendu automatique par un crochet de mécanique Jacquard ou une ratière qui, tirant sur un cliquet du sabot de chasse supprime ainsi la connexion entre le pied et le sabre de chasse. Pour réaliser le tirage des fils de chaîne sur 20 cm. environ de longueur de franges (franges de la serviette terminée plus franges de la nouvelle serviette), les lames doivent être en rabat, c'est-à-dire toutes dans leur position d'inaction. Le tirage de la chaîne s'effectue alors assez facilement. Puis, quand l'opération est terminée, par le nombre

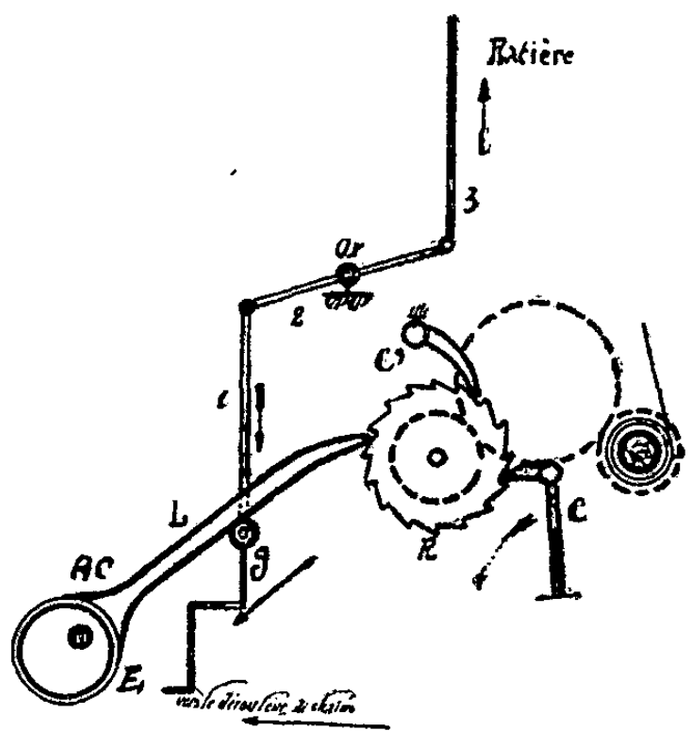


Fig. 14. — Système de tirage automatique d s franges pour tissage des serviettes.

plus ou moins grand de cartons de marche de la ratière ou de la mécanique Jacquard, quand le régulateur a tiré une assez forte longueur d'étoffe, le métier reprend sa marche normale par remise en contact de pied de sabre et du sabre de chasse proprement dit.

Comme on s'en rend compte, ce procédé lent est tout à fait contraire à l'intensification de la production. Pour remédier à cet inconvénient nous nous permettons de donner une idée qui semble intéressante pour sa rapidité. Le dispositif consiste donc à placer après la dernière duite insérée, les lames en rabat — (ratière mécanique Jacquard) — puis par la levée d'un crochet de la mécanique un levier cliquet L (fig. 14), est déplacé de sa position normale pour s'abaisser et venir en contact avec les dents du rochet R du régulateur de tirage du tissu. Le levier L est monté sur un excentrique à collier E callé sur l'arbre à cames du métier. Le levier L animé d'un mouvement rectiligne alternatif prendra 5 ou 6 dents du rochet de régu-

lateur pour produire une rotation de celui-ci. Le cliquet C bien que continuant son travail sera sans action, le contre-cliquet C' agira comme d'habitude. Pendant ce temps l'abaissement du levier 1 et du galet *g* auront, par tringlage, dégagé les cliquets du dérouleur de chaîne. Et comme ce temps sera par conséquent très court, il ne sera pas utile du tout d'arrêter la chasse qui ainsi continuera à battre la navette au-dessus de la foule, dévidant 3 ou 4 duites perdues, ce qui est insignifiant comme déchet rapporté au gain de temps donc de production récupérée. Les franges une fois fixées sur la longueur convenue, la ratière agira (le nombre de cartons blancs est terminé), les lames reprendront leur mouvement d'armure, le crochet spécial de tirage s'abaissera

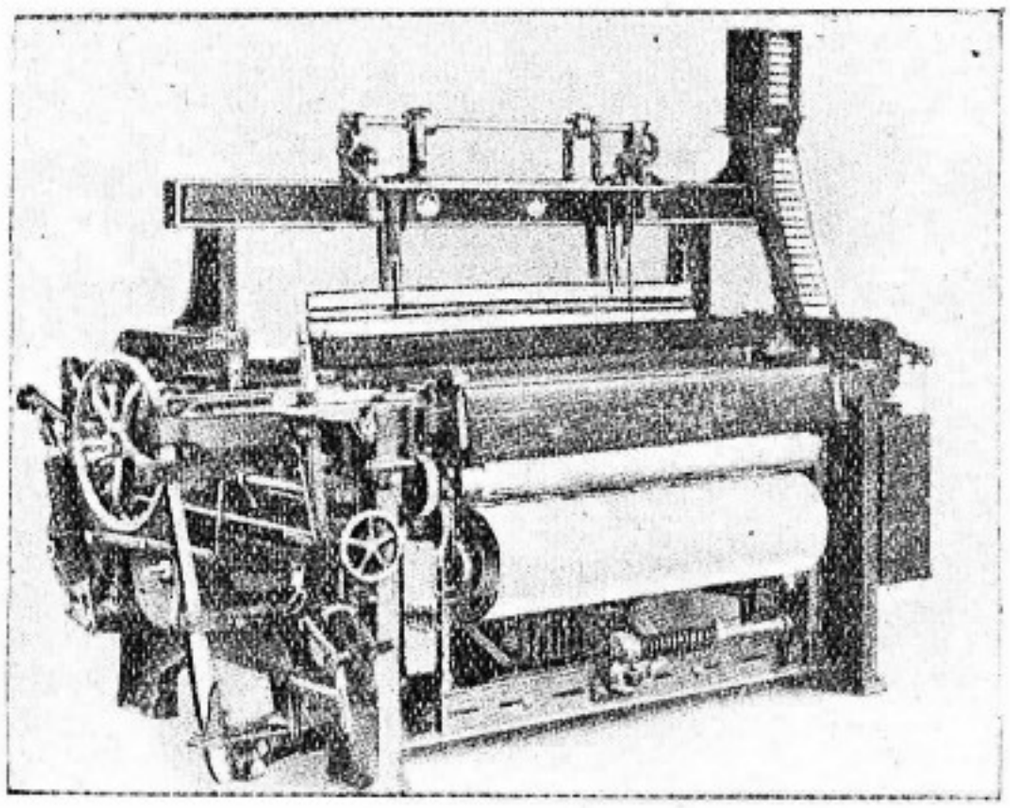


Fig. 15. — Métier à tissu éponge.

mettant en levée le levier L qui continuera à exécuter son mouvement rectiligne alternatif, mais au-dessus du cliquet, c'est-à-dire mouvement inopérant et c'est le cliquet C qui redeviendra à son tour commandeur du régulateur. Nous sommes heureux si ces lignes peuvent aider à l'amélioration d'un mouvement de franges.

Terminons alors cette étude en parlant quelque peu du blanchiment du tissu éponge, trait assez particulier puisque le blanchiment a des moyens différents selon qu'il s'agit de tissus avec bordures de plusieurs couleurs, à dessins, à simples bordures rouges, ou sans bordures de couleur.

1° *Bordures de couleurs variées.* — Le traitement à donner varie selon la résistance des couleurs mais, généralement, on opère ainsi : on trempe les pièces de tissu dans l'eau, à une température de 50°, puis ensuite dans de l'eau froide sans cesse renouvelée. Ensuite on amène les pièces dans une ou deux lessives de carbonate de soude à 1 ou 2°Bé et à une température de 65°. Puis on donne un premier chlorage à 0,30° Cl à la température de l'atelier et, durant deux ou trois heures, on fait passer un courant d'air et on lave. On procède alors à un deuxième chlorage à 0,20°Cl puis à un double lavage et l'on passe au bleu en ajoutant parfois un peu de savon pour donner de la douceur au tissu.

2° *Bordures rouges.* — Le rouge constitue un cas spécial, car c'est une nuance qui ne s'altère pas à une lessive un peu caustique. On trempe à l'eau à 30°, après lavage on passe dans une lessive au sel de soude à 1°5 Bé pendant 8 heures, puis on lave. On recommence ensuite l'opération du passage dans la lessive et après lavage on passe au chlorage à 0,60°Cl (température ambiante). On lave et on passe dans un bain d'acide sulfurique contenant 2 litres d'acide pur par mètre cube puis on passe au bleu comme précédemment.

3° *Sans bordures de couleur.* — Les tissus sont traités comme dans les deux catégories précitées avec cette différence que, comme il n'y a pas à craindre de décoloration, on peut donner une lessive au sel de soude à 2°Bé au lieu de 1,2°Bé. Après le chlore, on met à l'acide comme pour les tissus ordinaires. Ce blanchiment est des plus simples, il suffit seulement de ne pas produire de tâches de lessive, ce qui peut s'éviter en ne serrant pas trop les pièces de tissu dans les cuves à lessiver. Plutôt que de comprimer les boucles à la main pour en extraire l'humidité, il est bien préférable de les essorer dans une centrifugeuse.

Ainsi, après blanchiment, le tissu éponge peut être exposé à l'action de la vapeur et séché lentement. Le bain de vapeur soulève le bouclé du tissu et, en séchant lentement, celui-ci reste mou. Si même l'on veut obtenir un meilleur effet, on peut frotter les boucles uniformément dans une seule direction. D'autre part, si la fabrication se fait en grand, il est bon de tisser à l'état brut, car, ainsi, les filés n'ont encore rien perdu de leur solidité et circulent donc mieux sur le métier.

Mais parler du tissu éponge sans dire un mot de ses imitations, serait être trop incomplet pour que nous omettions de dire que dernièrement on a imaginé un appareil qui permet de fabriquer du « faux tissu éponge ». Le procédé consiste à fabriquer automatiquement des boucles au moyen d'une lancette en acier conduite dans le sens de la longueur à travers les dents du peigne du métier. Une trame perdue passe sur cette lancette sur laquelle s'enlacent les fils de boucle correspondants pour former le tissu. On fait passer les fils de fond dans quatre lames, les fils de boucle dans un peigne et les lancettes dans un autre. Le dernier doit se trouver com-

me premier derrière le battant. On rencontre alors, un fil de fond, un fil de boucle, une lancette et, de nouveau, un fil de fond. Ces trois fils et la lancette forment un groupe et sont à passer dans une broche du peigne. Avec les trois premières duites la chaîne de fond et la chaîne de boucle forment un grain-toile, cependant que la lancette reste à la partie supérieure. A la quatrième duite, les lancettes s'abaissent et tous les fils fond sont au-dessous, seule la chaîne boucle monte à la partie supérieure. La quatrième duite passe ainsi sur les fils de fond et les lancettes alors que la chaîne boucle reste toujours au pas supérieur. A ce moment, les lancettes reposent en dessous sur les autres fils de fond, ce qui donc nous donnera une boucle à la quatrième, huitième, douzième trame, etc... Ainsi les boucles se forment automatiquement pendant le cours du tissage, car la pointe de la lancette est tendue sur une longueur de 15 à 20 mm. et les lancettes maintenues, d'une part, par le peigne auquel elles sont fixées et, d'autre part, par deux paires de rouleaux guides par lesquels sont tenus en arrière les cordons des lancettes qui servent à les libérer du tissu achevé. Chaque lancette constitue une pièce de précision en acier trempé poli coudée vers l'extérieur au milieu en vue de rendre possible la marche de la navette portant la trame perdue. L'épaisseur des lancettes varie selon le nombre de dents du peigne et leur hauteur dépend de la hauteur de la boucle à obtenir. Chaque lancette à sa propre lisse.

Ce tissu éponge d'imitation est d'un aspect régulier et nécessite peut-être un mécanisme moins compliqué, mais néanmoins il se rencontre moins souvent que le véritable tissu éponge ordinaire. Comme on le sait, ce dernier a des variétés considérables avec boucles flottant sur deux ou trois duites, bordures de couleurs unies à nuances douces ou voyantes, effets Jacquard où s'estompent à travers les boucles des dessins originaux modernes ou fignolés ou des noms ou initiales.

Ajoutons enfin que la découverte du tissu éponge est due au hasard plutôt qu'à une recherche : un fabricant anglais faisait tisser dans son usine toutes sortes de serviettes quand il remarqua, un jour, qu'un de ses métiers, déjà fort usagé, tissait des fils de trame d'une manière trop lâche et très irrégulièrement. Il fit alors des observations sur la provenance du défaut et, essuyant ses mains grasses, il remarqua avec stupéfaction les qualités extraordinaires de ce tissu, considéré comme du déchet. Satisfait, il laissa alors subsister le défaut et le perfectionna — si l'on peut dire — jusqu'à la réalisation d'un tissu « éponge » ressemblant fort à celui d'aujourd'hui.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Octobre 1932).

Calcul logique. M. *Paul Delens* étudie les opérations formelles de l'algèbre logique, telles que les utilise la théorie des ensembles. Et il montre, par des exemples simples comment ces opérations peuvent se ramener à celles des algèbres numériques.

Algèbre. MM. *Claude Chevalley* et *André Weil* démontrent le théorème suivant : Soit C la courbe $F(\zeta, \eta)=0$, dont les coefficients se trouvent dans un corps algébrique fini, k. Soit Z une fonction algébrique multiforme des points de C, non ramifiée sur C, racine d'une équation

$$Z^n + f_1(\zeta, \eta)\, Z^{n-1} + \ldots + f_n(\zeta, \eta) = 0$$

où les coefficients des f sont supposés être également dans k. Alors, pour tout point algébrique (ζ, η) sur C, le discriminant relatif du corps $k(\zeta, \eta, Z)$ par rapport à $k(\zeta, \eta)$ divise un entier rationnel fixe. Cette proportion remarquable généralise des résultats antérieurs de M. Weil; et la démonstration s'appuie, notamment, sur un théorème de décomposition qui lui est dû. Il résulte de l'énoncé précédent qu'en tout point rationnel de C, la valeur de Z se trouve dans un sur-corps fini de k, assignable *a priori*.

Théorie des groupes. Comme le montre M. *A. Kulakoff* les parties réelles (ou imaginaires) des caractères des groupes sont liées par des relations bien définies, aussi bien que les caractères eux-mêmes. Si les caractères ne sont pas tous réels (soit pour un élément dans les diverses représentations irréductibles, soit pour les éléments dans une même représentation irréductible) les relations nouvelles précisent et complètent les relations connues jusqu'ici.

Théorie des fonctions. 1. M. *Nikola Obrechkoff* donne un procédé de sommation des séries divergentes qui a toutes les propriétés dont jouissent les séries convergentes et qui permet de sommer la série produit de Cauchy des deux séries sommables.

2. M. *Marcel Brelot* étudie les propriétés des fonctions sous-harmoniques u au voisinage de leurs singularités ponctuelles. Par exemple, la valeur moyenne de u peut être finie sans que la fonction u soit bornée; et si u est bornée, il n'y a pas nécessairement continuité au point singulier. Les résultats actuels permettent de retrouver une grande partie de ceux que l'Auteur avait publiés antérieurement sur le même sujet.

Analyse. 1. M. *Alfred Rosenblatt* complète sur divers

points les généralisations qu'il avait données récemment des théorèmes de M. Haar sur l'unicité des solutions des équations aux dérivées partielles du premier ordre.

2. M. *Paul Montel* étend les résultats qu'il a déjà obtenus sur les fractions rationnelles à termes entrelacés (c'est-à-dire à zéros et à pôles simples, réels et se séparant mutuellement). Il étudie leurs fonctions-limites ainsi que l'itération des fonctions méromorphes auxquelles il est ainsi conduit.

3. M. *D. Pompeiu* indique des propositions très simples qui permettent souvent de reconnaître si une fonction, holomorphe à l'intérieur du contour fermé C et continue sur C possède ou non un zéro à l'intérieur de C. Par exemple, s'il existe à l'intérieur de C un point où le module de la fonction est inférieur au minimum des valeurs qu'il prend sur le contour, celui-ci enferme au moins un zéro de la fonction.

4. Utilisant la méthode des quasi-fonctions de Green qu'il a employée récemment pour le type elliptique, M. *Maurice Gevrey* étudie le problème de Dirichlet et le problème mixte pour un système de n équations paraboliques à m variables et à coefficients hölderiens (en partie au moins).

Géométrie infinitésimale. Précédemment M. Bouligand avait montré que si, en tout point M d'une surface Σ la section droite du paratingent par une sphère de centre M est dépourvue de point intérieur, le contingent de Σ en M est formé de toutes les demi-droites issues de M dans un certain plan. Complétant ce résultat, M. *J. Mirguet* montre que le paratingent se réduit alors aux droites issues de M dans ce plan, propriété qui entraîne la continuité de la répartition du plan tangent et résout ainsi un problème posé par M. Bouligand.

Mécanique. Comme le montre M. *Pierre Dive*, deux corps convexes (homogènes ou hétérogènes) dont la densité est une fonction analytique des coordonnées ne peuvent posséder le même potentiel dans une région intérieure commune sans être identiques dans toutes leurs parties : c'est la généralisation d'une propriété qu'il avait reconnue antérieurement à l'ellipsoïde.

Physique mathématique. M. *R. Wavre* étudie les fonctions harmoniques réelles multiformes engendrées par les potentiels de simple couche. La fonction période a une dérivée normale proportionnelle à la densité. L'Auteur envisage en outre quelques cas simples.

Mécanique céleste. Par dérivations M. *Henri Roure* obtient les équations différentielles qui définissent les perturbations spéciales : par exemple, celles du demi-grand axe, de l'anomalie moyenne et des éléments $\sqrt{p}\,\alpha$, $\sqrt{p}\,\beta$, $\sqrt{p}\,\gamma$, $e\,\alpha_1$, $e\,\beta_1$, $e\,\gamma_1$ où α, β, γ sont les cosinus directeurs de la normale au plan de l'ellipse et α_1, β_1, γ_1, ceux du demi-grand axe.

Aérodynamique. — La résolution effective de l'équation intégrale de Prandtl qui détermine la circulation dans une section d'aile d'avion conduit à de longs calculs. MM. *J. Pérès* et *L. Malavard* montrent comment on peut substituer à ce problème celui de la détermination d'un potentiel électrique qui peut être évalué expérimentalement par la méthode du bassin électrique.

Aviation. M. *Gustave André Mokrzycki* donne une méthode de détermination du centre de gravité d'un avion qui permet de donner au coefficient de stabilité longitudinale statique une valeur choisie convenablement pour la classe de l'avion.

Electronique. Soient $\mathfrak{M}$ et M le moment magnétique et le moment de rotation propre de l'électron magnétique et tournant; le rapport $\mathfrak{M} : M$ est donné par une relation valable dans le système propre de l'électron, mais non invariante pour une transformation de Lorentz. M. *Louis de Broglie* en indique la raison; puis, il montre comment on doit modifier la correspondance établie par M. Dirac entre les moments magnétique et électrique et certains opérateurs fonctionnels.

Physique théorique. 1. Précédemment, M. *Jacques Métadier* avait résolu l'équation du mouvement brownien dans un champ de forces extérieures quelconques. La solution paraît difficilement utilisable par le physicien, sauf s'il existe une propriété de commutation que l'Auteur reconnaît et étudie dans trois cas simples différents.

2. L'effet des isotopes se manifeste dans les spectres de raies ou de bandes (en émission ou absorption) d'atomes à deux ou plusieurs isotopes et de molécules contenant des atomes à isotopes, respectivement. Jusqu'ici, on n'avait pas rapporté l'effet des isotopes dans les spectres de rayonnement de diffusion non cohérent, dans les spectres de Raman obtenus avec des molécules isotopiques. Aussi M. *L. Goldstein* présente-t-il une théorie élémentaire de l'effet isotopique dans les spectres de Raman.

Calcul des probabilités. 1. M. *Maurice Fréchet* étudie l'équation homogène

$$X(E) = \lambda \int_V p(E, F)\, X(F)\, dF$$

où E et F sont deux points d'un certain espace et où

$$p(E, F) \geqslant 0, \text{ et } \int_V p(E, F)\, dF = 1$$

En général, le noyau itéré $P^{(n)}$ n'a pas de limite quand n croît indéfiniment : il est somme de deux termes dont l'un se reproduit périodiquement, et l'autre tend vers une limite, qui est aussi la limite de $P^{(n)}$ au sens de Cesaro.

2. Dans une seconde Note, M. *Maurice Fréchet* envisage une équation fonctionnelle qui se présente dans la théorie des probabilités en chaîne et dont M. Hostinsky a obtenu des solutions d'une grande généralité. M. Fréchet donne explicitement l'expression des fonctions continues les plus générales qui vérifient cette équation et satisfont en outre à certaines conditions déterminées.

René Garnier.

Physique du Globe

Physique et Météorologie. — Dans une conférence au Meteorological Office (1), G.-C. Simpson a montré comment la météorologie tire parti de nombre de techniques physiques, se rapportant notamment aux chapitres de l'acoustique, de l'optique, de la chaleur et de l'électricité.

En acoustique, l'observation des zones de silence, qui se révèlent lors des explosions violentes, a conduit à des déductions touchant la température de la stratosphère. On sait que la perception du son, qui diminue d'intensité à partir de la source d'émission, pour s'évanouir complètement au-delà d'une centaine de kilomètres, reparaît de nouveau à des distances encore plus lointaines. D'après les expériences de grande envergure, organisées après la guerre par Whipple, la stratosphère ne saurait plus être regardée comme uniformément froide. Le fait ne se vérifierait que jusqu'à une altitude d'une cinquantaine de kilomètres, au-delà de quoi la stratosphère se réchaufferait, au point de devenir même, à un moment donné, plus chaude que le sol.

(1) *Nature* (de Londres), 5 novembre 1932.

Les mesures optiques sont très utilisées en météorologie, en particulier pour recueillir les données sur la composition des nuages quant à l'eau et à la glace. D'autre part, au moyen de l'analyse spectroscopique, on peut supputer la quantité d'ozone présente dans l'atmosphère supérieure, comme l'a fait Dobson. Tandis qu'au-dessous d'une cinquantaine de kilomètres du sol, l'atmosphère est pratiquement dépourvue d'ozone, il n'en serait pas de même aux grandes altitudes, où la proportion d'ozone deviendrait relativement importante, circonstance consécutive au réchauffement de l'atmosphère. En outre, il y aurait concentration de l'ozone au voisinage des dépressions cycloniques, et raréfaction au contraire au voisinage des anticyclones.

Simpson a appliqué personnellement les mesures calorifiques à la météorologie, dans ses études de rayonnement reçu et renvoyé par la terre, rayonnement reçu du Soleil sous forme d'ondes courtes et renvoyé de l'atmosphère supérieure sous forme d'ondes longues. Le rayonnement reçu est de beaucoup plus important à l'équateur qu'aux pôles, ce qui justifie la différence de température observée, car d'autre part, d'après les calculs, toutes les parties de la Terre sont sensiblement équivalentes du point de vue rayonnement renvoyé. Le déficit éprouvé par les régions polaires se traduit par le transfert de chaleur qui s'établit des latitudes basses aux latitudes élevées, transfert qui provoque l'établissement des vents.

Si, jusqu'à présent, le magnétisme ne semble qu'accessoire en météorologie, il n'en est pas de même de l'électricité, qui joue un rôle important dans les orages. D'un point de vue différent, Simpson signale le champ électrique qu'on relève toujours à la surface de la Terre, même par beau temps. Selon lui, il conviendrait de chercher l'origine de ce champ dans les couches conductrices de l'atmosphère supérieure, maintenues elles-mêmes à un potentiel dépassant de plusieurs millions de volts le potentiel du sol.

Simpson indique encore que certaines expériences, à l'Observatoire de Kew, laisseraient présumer la non-uniformité de l'ionisation de la basse atmosphère. S. V.

Electricité

Sur la mesure des grandes résistances. — Si l'on cherche à appliquer la méthode du pont de Wheatstone à la mesure des résistances électriques élevées, une source d'imprécision vient de ce que les courants dans la diagonale du pont sont extrêmement faibles.

J.-A.-C. Teegan a décrit une méthode où, — pour éviter l'emploi de l'électromètre — on adjoint au pont un amplificateur à lampe à trois électrodes. L'absence de différence de potentiel entre les extrémités C et D du pont se traduisant par une absence de variation de courant plaque. Mais cette méthode est limitée elle-même, quant à la précision, par des variations dues à des changements dans les batteries, lesquelles excluent l'emploi d'un appareil sensible dans le circuit plaque.

MM. Donzelot et Divoux ont indiqué à la section de Nancy de la « Société Française de Physique » un moyen de s'affranchir de cette importante cause de perturbation. Au lieu de compenser le courant constant de plaque à l'aide d'une batterie et d'un rhéostat, ils mettent en opposition avec la lampe L, une seconde lampe L_2, identique. En dérivation sur la batterie plaque, ils placent un potentiomètre dont le point médian est relié au galvanomètre, l'autre borne du galvanomètre étant elle-même reliée au fil de connexion plaque L_1, filament L_2.

Dans ces conditions, le montage permet le réglage stable d'un galvanomètre sensible, — celui employé était un Carpentier sensible à 5.10^{-9} amp. — et on augmente considérablement la précision de la mesure, dans le cas surtout où les résistances à mesurer sont importantes. Des résistances de l'ordre de 100 mégohms ont été ainsi déterminées avec une erreur relative maximum qui ne dépassait pas 0,5/100.

Cette méthode évite l'emploi de tensions élevées dans le pont (tension employée : 1 v,5). Ces tensions élevées ont en effet le gros inconvénient de faire passer dans les résistances-étalons ou les résistances à mesurer un courant non négligeable, amenant une variation de leur température qui peut causer une variation sensible de la résistance pendant les expériences.

Comme pour tous les amplificateurs utilisés à des mesures, il est indispensable d'allumer les lampes au moins une demi-heure avant l'emploi. D'autre part, la clef K entre C et D étant supprimée, il pourrait y avoir une perturbation dans la tension grille et une variation dans le débit de la lampe, par suite de l'introduction des résistances R_2 et R_3 entre le filament et la grille. On évite ceci en polarisant la grille de façon à éviter le courant grille dans tous les cas.

Notons que cette méthode de compensation peut être employée chaque fois que l'on cherche à éliminer un courant constant de plaque : MM. Donzelot et Divoux l'ont appliquée avec succès à un amplificateur à courant continu placé derrière une cellule photoélectrique.

J. B.

Hydrologie

L'influence des forêts sur les cours d'eau. — Une opinion très répandue dans le public, présente le déboisement comme responsable des inondations, et s'appuie sur les arguments suivants :

1°) Le sol forestier, formé de débris végétaux, absorberait une forte proportion des précipitations, restituée ensuite graduellement aux cours d'eau.

2°) La fonte des neiges serait retardée.

3°) Les précipitations seraient augmentées par la présence de la forêt.

4°) L'érosion du sol diminuerait par la présence des racines.

Ces hypothèses, parfaitement vraisemblables, sont-elles vérifiées par l'expérience ? Les faits connus ne permettaient pas, jusqu'ici, de prendre parti. Le bassin de la Garonne, invoqué en exemple, a bien été ravagé par les eaux en 1930, mais il l'a été à d'autres époques, où la forêt occupait encore les hauts bassins. Divers auteurs, en France, M. Dessoliers, aux Etats-Unis, le colonel Chittenden, ont prétendu que l'influence des forêts était défavorable ou nulle. Il fallait attendre des expériences scientifiquement menées (*Le Génie Civil*, oct. 1932).

En étudiant les régimes de deux bassins analogues, l'un boisé, l'autre non, le Service Météorologique et le Service Forestier des Etats-Unis, sont arrivés à des conclusions que nous résumerons rapidement.

L'expérience a été double. Le premier couple de bassins, situé en haute montagne (entre les cotes 3446 et 2866) à Wagonwheel Gap (Colorado) alimente deux affluents du Rio Grande. La situation des deux bassins est très sensiblement la même, au point de vue surface, température et précipitations. Les expériences ont duré de 1910 à 1926, et le bassin d'essai a été déboisé, en 1919, par la main de l'homme.

L'autre couple, au voisinage du Mont Wilson (Californie méridionale) entre les cotes 1220 et 457, alimente, pour le bassin boisé, le Santa Anita Creek, et pour l'autre (dévasté par l'incendie en 1924), le Fish Creek.

Afin de tenir compte des différences inévitables de régime des deux affluents, différences dues au relief du sol, à la porosité du terrain, etc.., des mesures préalables, faites lorsque les deux bassins étaient boisés permirent de calculer des coefficients de correction pour les différentes époques des années sèches ou pluvieuses. Les deux rivières étaient, de cette façon, comparables.

Des expériences ainsi conduites, il résulte que :

1°) L'accroissement du débit annuel avec le déboisement, et la diminution de cet accroissement avec la reconstitution de la végétation confirment la théorie de M. Dessoliers. La forêt diminue le débit des cours d'eau en accélérant par le feuillage l'évaporation des réserves souterraines.

2°) L'accroissement de débit n'est pas, contrairement à l'opinion commune, limité aux périodes de crue, l'augmentation de porosité du sol, consécutive à la disparition des débris végétaux amenant la production de plus grandes réserves souterraines d'eau.

3°) Le débit de crue est nettement augmenté par la disparition du couvert. Pour les bassins du Colorado, où l'alimentation en période de crue a lieu surtout par la neige, le maximum de débit atteignait en moyenne 146 o/o de sa valeur primitive et se produisait avec trois ou quatre jours de retard. La reconstitution spontanée de la végétation changea peu ces résultats. Au contraire, pour les rivières de Californie, d'altitude moyenne, la végétation nouvelle a, dès la seconde année, joué le même rôle que l'ancienne.

4° Le débit d'étiage a été augmenté de 12 o/o par la disparition de la forêt à Wagonwheel Gap. Au Mont Wilson, les pluies exceptionnelles de la période des expériences n'ont pas permis de tirer des conclusions certaines des mesures faites. De même que pour les maxima, les minima sont retardés.

5°) L'érosion n'a pas été augmentée par le déboisement exécuté par l'homme au Colorado. En Californie, l'incendie avait desséché le sol au point que les premières pluies, entraînant les sables, causèrent de sérieux dommages aux propriétés d'aval. Mais il semble bien que, si la végétation avait été abattue et non brûlée, l'érosion n'aurait pas été modifiée, car le débit solide avait repris sa valeur primitive à la fin de l'expérience.

En somme, la forêt joue, au point de vue hydraulique, un rôle à la fois bienfaisant et néfaste, en réduisant les pointes et diminuant dans certains cas l'érosion, mais aussi en aggravant les basses eaux et diminuant le débit moyen. Il n'en est pas moins vrai que son rôle économique et touristique justifie amplement son extension et les frais de son entretien.

CH. F.

Ethnologie

Les origines de la population malgache. — M. Georges Petit, docteur ès-sciences, délégué du Muséum d'Histoire Naturelle pour l'étude de réserves naturelles de Madagascar, vient d'accomplir une mission dans la région du Bomaraha, située dans l'ouest de Madagascar, à 150 kilomètres environ de la côte.

Toute cette région, difficilement pénétrable, est caractérisée par des formations calcaires bizarrement découpées par l'érosion, auxquelles les sakalava donnent le nom de Tsingy. On y rencontre des parois verticales, hérissées d'aiguilles coupantes, des blocs isolés de formes géométriques avec des faces cannelées, des couloirs étroits où courent des torrents qui se perdent dans des gouffres et des grottes profondes.

Le professeur Petit a eu la bonne fortune d'explorer des parties du Bomaraha jusqu'ici totalement inconnues des Européens et qui ont été habitées durant de longues périodes par la peuplade encore énigmatique des Bohosy.

De nombreux abris sous roches recèlent d'importants foyers avec des fragments de poteries et des débris de cuisine. De curieux systèmes de signalisation et d'alerte ont été reconnus. M. Petit a complété ses observations ethnographiques par la prise de documents anthropologiques dans des sépultures anciennes.

Il pense qu'une exploration méthodique de cette région et des fouilles de longue haleine pourraient amener des révélations extrêmement intéressantes sur l'origine des premières peuplades qui ont habité la Grande Ile.

S. R.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

La protection contre l'incendie : matériaux et cloisonnements. — La succession des incendies qui ont été enregistrés au cours des dernières années, à bord des grands paquebots en particulier, tragiquement imposée à l'attention publique par les catastrophes du *Georges-Philippar* et de l'*Atlantique*, ne pouvait manquer de susciter un courant intense de préoccupations et de discussions nouvelles, parmi tous les techniciens à qui revient une part de responsabilité dans la réalisation de la sécurité à bord des navires. Non pas que les circonstances soient de nature à laisser incriminer personne, mais les événements viennent poser un problème très urgent, dont l'évolution extrêmement rapide des constructions navales à l'époque récente n'avait pas encore suffisamment laissé apparaître la position exacte, non plus que toute la complexité.

Il n'est pas douteux que de grands perfectionnements n'aient été réalisés en ce qui concerne les moyens de lutte contre l'incendie; les grands navires disposent d'agents extincteurs puissants : batteries d'azote comprimé, extincteurs à mousse carbonique, canalisations d'eau de mer, susceptibles de convenir à tous les cas de sinistre prévisibles. Malheureusement, l'expérience a montré que la propagation de l'incendie se produit avec une rapidité telle que les moyens les plus puissants et les mieux agencés peuvent demeurer inefficaces, parfois même ne pouvoir être mis en œuvre en temps utile.

Il a passé ici ce qui est arrivé trop souvent à propos des embarcations de sauvetage, lorsque la soudaineté du naufrage vient rendre vaines les installations les plus ingénieuses et les mieux ordonnées. Les mesures préventives acquièrent de la sorte une importance exceptionnelle, non pas seulement celles qui concernent l'exploitation, la sévérité de la surveillance ou encore l'étude minutieuse

des moyens automatiques de signalisation, mais tout d'abord et surtout la disposition rationnelle des aménagements du navire et l'emploi de matériaux susceptibles d'apporter un obstacle efficace à la propagation du feu.. Ces questions intéressent donc au premier chef la construction navale proprement dite.

En ce qui concerne les aménagements et la disposition des locaux sur les paquebots actuels, trop de circonstances sont favorables à la rapide extension d'un incendie, même très localisé à son origine. On sait à quel point s'intensifie la recherche du luxe et du confort dans les transports maritimes modernes; or, l'un des éléments primordiaux du luxe à bord consiste dans la largeur des espaces. Les salons, salles à manger, salles communes, situés dans les hauts du navire, constituent autant d'emplacements vastes et aérés, fort agréables pour y séjourner, mais offrant à l'incendie une voie d'élection, avec cette circonstance aggravante que la décoration et l'ameublement des locaux viennent encore ajouter un facteur considérable de facilité à la propagation. Des espaces dont la surface peut atteindre un millier, parfois plus, de mètres carrés, se trouvent ainsi, sans aucun compartimentage protecteur, ouverts au passage foudroyant des flammes. Cette vulnérabilité des hauts est d'ailleurs en contradiction avec la protection très efficace que le compartimentage assure à la région des fonds, notamment aux chambres des machines.

Aucun règlement ne s'oppose à ces dispositions générales; les règles du *Board of Trade*, adoptées par la plupart des marines, prescrivant seulement l'installation, à bord des paquebots, de cloisons contre l'incendie, distantes entre elles au maximum de 40 mètres. Cette mesure n'intéresse donc que les grands couloirs de circulation, qui se trouvent ainsi interrompus seulement tous les 40 mètres, par une cloison, munie d'une porte qu'il est loisible de laisser normalement ouverte.

Il faut signaler encore, — je dois me limiter ici à quelques traits caractéristiques, — les intervalles libres laissés par le fait qu'un grand nombre d'éléments de la charpente métallique, tels que cloisons, barrots, épontilles, armatures de renforcement diverses, sont masqués par de grands panneaux de bois. De longs couloirs se trouvent ainsi ménagés entre les cloisons d'acier et les panneaux en bois, qui sont éminemment propices à la propagation d'un incendie, à moins que l'on ait pris soin de fractionner ces espaces par un nombre suffisant de cloisonnements incombustibles. Mais cette disposition de sécurité élémentaire n'est pas ordinairement adoptée.

Ainsi donc, le moins qu'on puisse dire des dispositions qui sont le plus habituellement suivies pour l'aménagement des locaux de passagers, à bord des paquebots modernes, est qu'elles tiennent un compte à peu près nul du danger de propagation rapide qu'ont mis en évidence les sinistres récents.

Or, il est un autre point, non moins important, qui doit être retenu parmi les éléments de base du problème de la protection contre le feu : il s'agit de l'emploi fait actuellement de matériaux combustibles, dans une proportion qu'il serait inadmissible de conserver. Et c'est bien à ce point de vue en particulier, qu'on est fondé à incriminer au tout premier chef l'abus du luxe, devenu un pivot pour la concurrence. Il n'existe, ni en France ni à l'étranger, de réglement concernant l'emploi de matériaux incombustibles ou ignifugés. La Convention de Londres prévoit seulement, à propos des cloisons pare-feu, « que celles-ci devront être construites en métal ou toute autre substance résistant au feu, et efficaces pour empêcher pendant une heure, dans les conditions pour lesquelles l'installation de ces cloisons est prévue, la propagation d'un incendie développant au voisinage de la cloison une température de 815° C. » (règle 16 de la Convention). En fait, beaucoup de navires utilisent à cet effet de simples cloisons en acier, incapables de limiter un incendie violent. Des pare-feu en bois ignifugé, disposé en deux lames, à intervalle de quelques centimètres, sont beaucoup plus efficaces, car, tandis que le bordé en contact avec les flammes se désagrège lentement, le second demeure intact et à une température normale. La Marine de guerre anglaise emploie ce dispositif, l'ignifugation des panneaux de bois étant réalisée à l'oxygène.

Pour les installations de passagers, notamment les cloisons de cabines, le souci de la décoration a conduit à utiliser très généralement le contreplaqué; ces cloisons brûlent sans doute moins facilement, avec moins d'étincelles, que le bois ordinaire des cloisons usitées auparavant, mais elles n'en constituent pas moins un point faible dans l'organisation d'une prévention vraiment systématique.

Les décorateurs sont d'accord pour considérer que l'emploi exclusif de matériaux métalliques aboutit à donner un aspect très froid, en dépit de l'ingéniosité de la mise en œuvre, mais la question de sécurité est autrement pressante. Le métal doit être adopté, ou à son défaut le bois ignifugé, dans toutes les parties particulièrement dangereuses, notamment les passerelles ou encore les grands escaliers à plusieurs étages qui délimitent les logements de passagers, ainsi que les régions qui sont adjacentes à ces escaliers.

Il peut paraître surprenant que la technique des bois ignifugés ne soit pas davantage mise à contribution. Il existe pourtant des procédés de traitement qui ont donné des résultats positifs; les bois ignifugés peuvent être travaillés sans difficulté et le procédé de traitement, qui consiste à remplacer l'humidité des cellules par des cristaux, n'entraîne pas ou ne doit pas entraîner, si l'opération est convenablement conduite, d'autre modification des qualités diverses du bois.

Toutefois, le traitement devant être effectué dans une usine spécialisée et étant donné, d'autre part, la difficulté de déterminer précisément à l'avance les besoins exacts des chantiers, il résulte des délais assez considérables pour l'envoi du bois en usine et pour le séchage après traitement. Mais de telles difficultés ne sauraient être prohibitives, car elles se ramènent à un problème d'organisation industrielle.

Le danger d'incendie soulève, on le voit, des questions nombreuses et complexes; j'aurai l'occasion d'en examiner quelques-unes dans ces notes, au fur et à mesure de la vaste enquête qui commence, grâce au concours de toutes les compétences intéressées.

LOUIS BASSO.

Chalands automoteurs. — La transformation du matériel de la navigation fluviale, qui se poursuit graduellement depuis quelques années, est particulièrement intéressante à suivre du point de vue de l'application scientifique : abandonnée naguère à la routine pure et simple des pratiques traditionnelles, cette branche si importante de l'industrie des transports, accepte de plus en plus la nécessité de s'assimiler les derniers progrès de la technique, en vue d'atteindre la réalisation de rendements intensifs et l'utilisation la plus rationnelle de son outillage.

En particulier, l'introduction du moteur à combustion interne a permis d'envisager certaines réalisations, qui sont de nature à laisser entrevoir, dès à présent, l'organisation de services nouveaux, plus économiques et plus

efficaces, dont l'influence peut devenir prépondérante sur l'ensemble du développement de la navigation intérieure.

J'ai donné déjà, dans ces mêmes notes, quelques précisions sur les nouveaux remorqueurs à moteur Diesel. Toutefois, il ne faut pas méconnaître que la machine à vapeur conserve en matière de remorquage, des avantages qui peuvent devenir tout à fait décisifs, au moins dans un certain nombre de cas. Les appareils installés sur les remorqueurs récents, machines et chaudières, représentent d'ailleurs eux-mêmes des types très perfectionnés, très étudiés, qui mettent en évidence, tout autant que le Diesel, le progrès technique réalisé.

Mais, il est un genre de navire fluvial, dont le succès se trouve directement conditionné par l'essor du moteur à combustion : c'est le chaland automoteur, à coque métallique, qui tendra de plus en plus à se substituer au type actuel classique de la péniche en bois remorquée.

Pour mieux fixer les idées sur la conception et les caractéristiques des chalands automoteurs les plus récents, je décrirai succinctement les données essentielles de deux d'entre-eux, destinés à des services assez différents l'un de l'autre, mais très représentatifs tous deux des vues qui caractérisent le renouvellement actuel du matériel des grands services fluviaux.

Tel est, d'abord, le grand chaland pétrolier *Esso*, de la Société « l'Economique », de Paris, destiné au transport des hydrocarbures sur la Seine, entre Port-Jérôme et Paris-Saint-Ouen.

Ce bâtiment, en service depuis la fin de 1931, a été construit par la Société des Ateliers et Chantiers de la Haute-Seine, à Villeneuve-le-Roi. Il mesure 51 m. 60 de longueur entre perpendiculaires, 7 m. 50 de largeur, 3 m. 30 de creux. Avec un tirant d'eau de 2 m. 80, son port en lourd est de 700 tonnes, avec chargement maximum de 775 tonnes pour 3 mètres d'enfoncement. Le volume des cales à essence est de 970 mètres cubes.

La coque, en acier, est divisée en 19 compartiments par 12 cloisons transversales et une cloison longitudinale étanches. Des water-ballats ménagés sous les logements avant et arrière permettent, avec les cofferdams, de réaliser, pour la navigation à lège, l'enfoncement de 1 m. 65 à l'arrière et 0 m. 80 à l'avant, sans qu'il soit nécessaire d'introduire aucun lest d'eau dans les cales. A l'avant, au-dessus du water-ballast, sont disposés les logements du capitaine et de l'équipage; le mécanicien est logé à l'extrême arrière, après le compartiment du moteur. Ces logements sont vastes, clairs et aérés. Eclairés électriquement, ils disposent de caisses à eau alimentant les lavabos des chambres et les éviers des cuisines.

Les cales à essence sont au nombre de douze, séparées en deux groupes de six par un cofferdam situé au milieu du navire; deux autres cofferdams isolent les cales à essence, à l'avant et à l'arrière. Après le cofferdam arrière, vient le compartiment contenant le moteur et les auxiliaires.

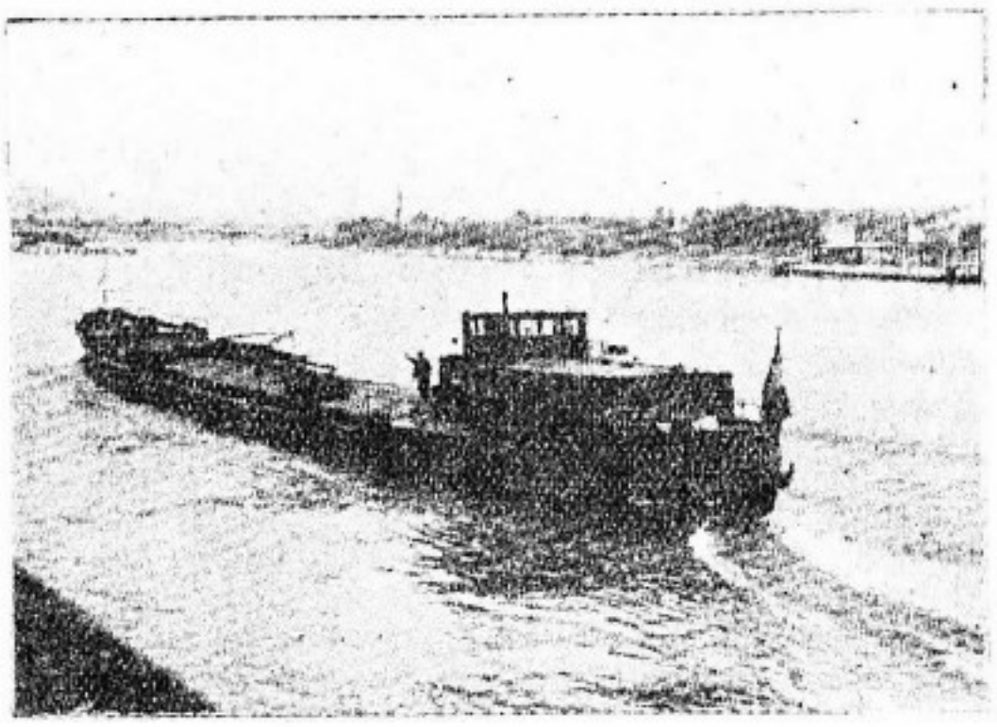
Le moteur est un Sulzer à cinq cylindres, à deux temps et à injection mécanique, qui développe 200 CV. à 375 tours. Un seul mécanicien est préposé à la conduite; il est en communication avec le pilote, au moyen d'un porte-voix et d'un transmetteur d'ordres.

L'hélice, en bronze, à trois ailes, a un diamètre de 1 m. 30. La vitesse en service est d'environ 12 km. à l'heure. Aux essais, à lège, l'allure de 14 km. a été largement dépassée.

Le moteur de propulsion commande une dynamo qui, conjointement avec une batterie d'accumulateurs, assure l'éclairage. L'installation électrique est entièrement étanche aux gaz.

Un moteur Diesel-Weber monocylindrique, de 7 CV. à 620 tours, commande un compresseur de secours et une pompe Mouvese, destinée au remplissage et à la vidange des water-ballasts et cofferdams.

La figure représente un autre chaland, de la Société française de Navigation fluviale *Rhodania*, en



Le chaland *Rhodania*.

service sur le Rhône, entre Lyon et Marseille. La *Ville-de-Lyon* mesure 38 m. 50 de longueur sur 5 m. 05 de largeur. Son moteur Sulzer, à quatre cylindres et à injection mécanique, développe 160 CV. effectifs à 375 tours. Au tirant d'eau de 1 m. 25, correspondant aux hautes eaux, le bateau peut transporter environ 110 tonnes de marchandises. Dans ces conditions, le parcours demande une marche continue de 15 heures à la descente et 48 à la remontée; le voyage aller et retour s'accomplit ainsi dans un temps comparable à celui des transports automoteurs de la Seine, entre Paris et Rouen ou Le Havre. Le service peut être accompli par les plus basses eaux, grâce au faible diamètre de l'hélice, avec 1 m. 10 de tirant d'eau. Les dimensions du chaland lui permettent, en outre, de naviguer dans les canaux et de prolonger à l'occasion ses voyages, soit vers Bâle, Strasbourg, Anvers, soit dans la direction de Paris, Le Havre.

A la *Ville-de-Lyon*, en service depuis près d'un an et demi, est venue se joindre la *Ville-de-Marseille*, qui accomplit le même trafic. Ce second chaland est de dimensions un peu plus grandes et son moteur Sulzer, à six cylindres, peut développer 240 CV. à 375 tours. Il a effectué par ses propres moyens la traversée d'Anvers, où il a été construit, à Marseille par Gibraltar, en suivant les côtes, sans aucun incident.

Il est intéressant de noter que l'on a considéré pendant très longtemps la propulsion par hélices comme impraticable sur le Rhône, en raison de la présence des hauts-fonds qui limitent le tirant d'eau des bateaux à 1 m. 50 environ en temps normal et à 1 m. 10 seulement pendant les périodes de basses eaux. La rapidité du courant, notamment, en certaines régions où le lit du fleuve est très encaissé, exige d'ailleurs des puissances relativement élevées pour la montée. J'ai décrit, dernièrement, les particularités du remorqueur à turbines *Rhône*, navire de conception tout à fait récente, pour lequel on a cependant conservé la propulsion par roues. La mise en service des chalands automoteurs à hélice constitue donc, à tous point de vue, une innovation importante en ce qui concerne la navigation sur le Rhône.

D'une façon très générale, le chaland automoteur est

appelé à un développement continu, qui l'acheminera, sans doute, vers le type caractéristique d'une sorte de cargo-boat fluvial.

Louis Basso.

Génie civil

Barrage sur le Drac au Sautet. — On construit actuellement un barrage à double fin : régulariser le régime du Drac et améliorer la valeur industrielle des chutes aménagées à l'aval.

On a choisi pour cela les gorges du Sautet, magnifique canon de 200 mètres de profondeur et 1 kilomètre de longueur creusé dans les calcaires et situé environ à 70 kilomètres de Grenoble.

Dans un but de sécurité, on a choisi la méthode du

Fig. 1. — Le nouveau pont du Sautet.

double barrage : le barrage principal qui s'élève à l'amont du pont aura une hauteur de 130 mètres ; le contre-barrage, à 180 mètres à l'aval, aura 37 mètres de haut. Il en résultera un lac artificiel de 350 hectares de superficie et 130 millions de mètres cubes de capacité.

La tranche inférieure, représentant approximativement 30 millions de mètres cubes, sera destinée à recevoir les apports solides des divers torrents, et seule la tranche supérieure sera consacrée à l'accumulation des eaux ; elle aura au maximum 40 mètres d'épaisseur.

On construit en même temps, à la base de la tranche utile, la première usine génératrice qui comprendra 6 turbo-alternateurs pouvant développer chacun une puissance apparente de 13.250 kva à la fréquence de 50 périodes et sous une tension variable de 10.000 à 11.000 v.

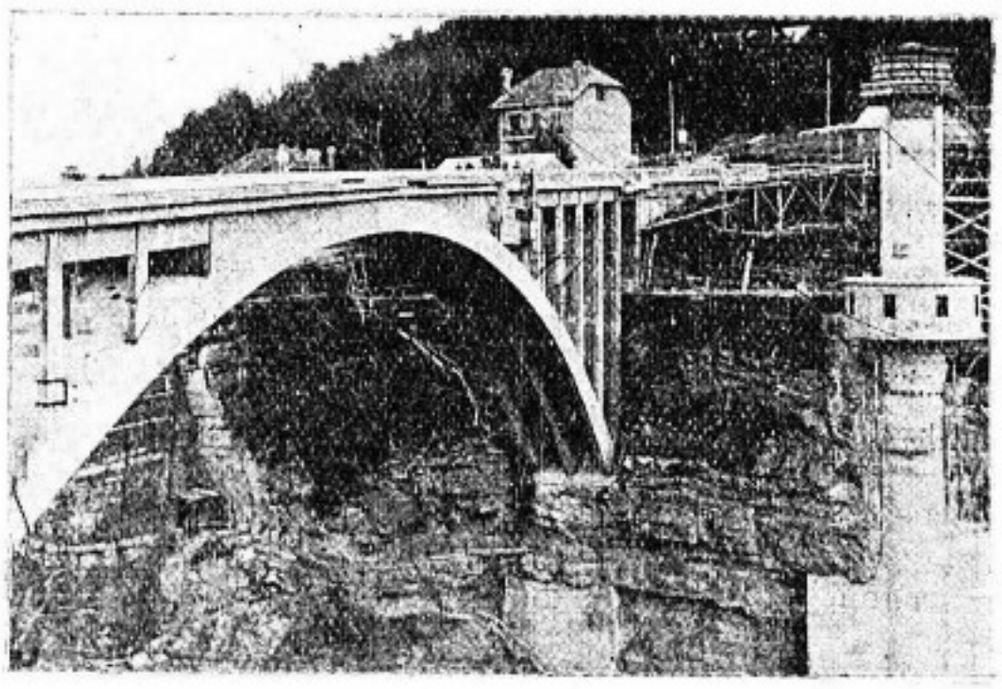


Fig. 2.
Le nouveau pont du Sautet et le puits d'accès à l'usine.

Cette usine placée en travers du canon est presque totalement souterraine, encastrée dans les rochers des parois ; elle sera desservie par un puits vertical de 130 mètres de hauteur et 4 mètres de diamètre.

Une des photographies représente le pont du Sautet avant les travaux du barrage : l'autre, toute récente, montre la partie haute du puits en construction. V. C.

Statistique

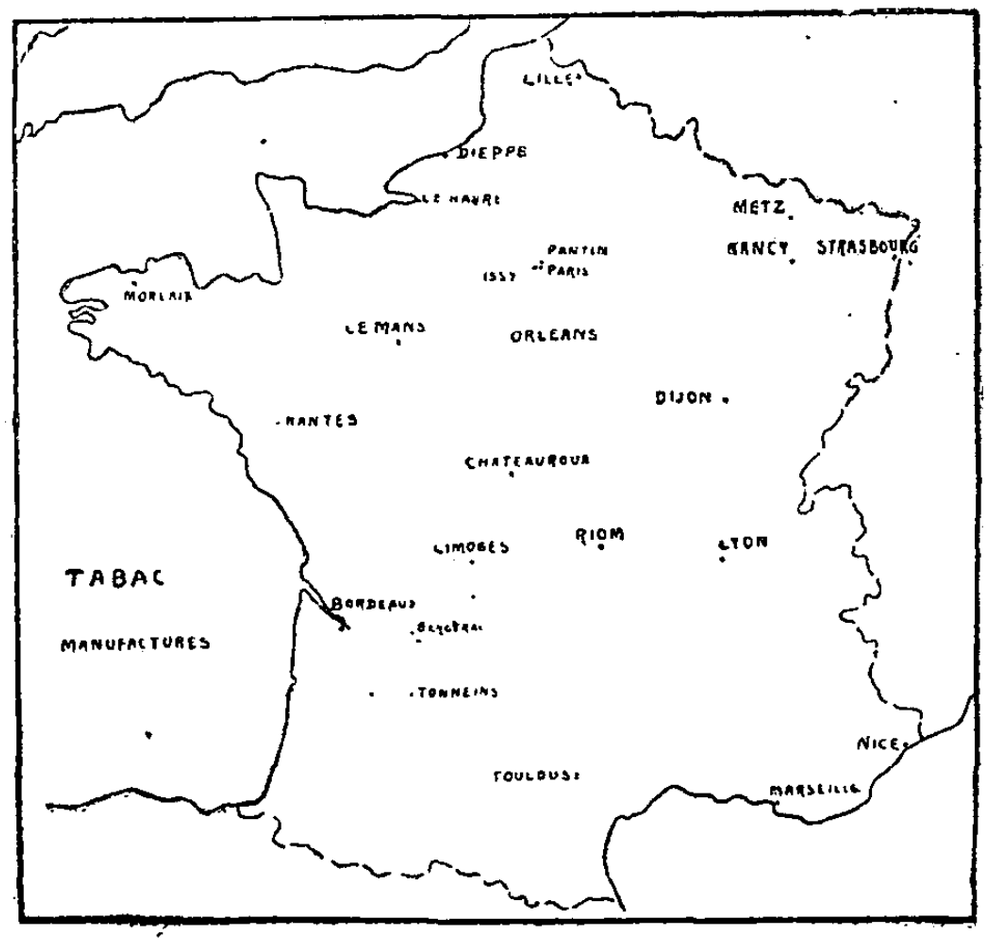
L'exploitation industrielle des tabacs en France en 1931. — Il est très intéressant de parcourir le rapport du Conseil d'Administration de la Caisse Autonome chargée de l'exploitation industrielle des Tabacs. Ce rapport a été publié au *Journal Officiel* du 7 octobre 1932.

Constatons, tout d'abord, que le produit du Monopole pour 1931 dépasse 4 milliards 612 millions contre 4 milliards 541 millions en 1930. Malgré cette augmentation des recettes totales, on n'a pas constaté, en 1931, une augmentation de consommation alors qu'en 1928 et 1929 un fort accroissement était constaté.

Sur ce total de plus de quatre milliards et demi on doit retrancher près d'un milliard pour la « valeur de revient des produits fabriqués vendus », pour les frais de vente, les frais généraux et divers, ce qui donne un bénéfice de près de trois milliards et demi, versé à la Caisse Autonome d'Amortissement. Il est inutile de nous appesantir davantage sur ces données qui ont été ou vont être publiées dans la presse. Mais les données plus techniques sur l'exploitation des tabacs peuvent nous arrêter davantage.

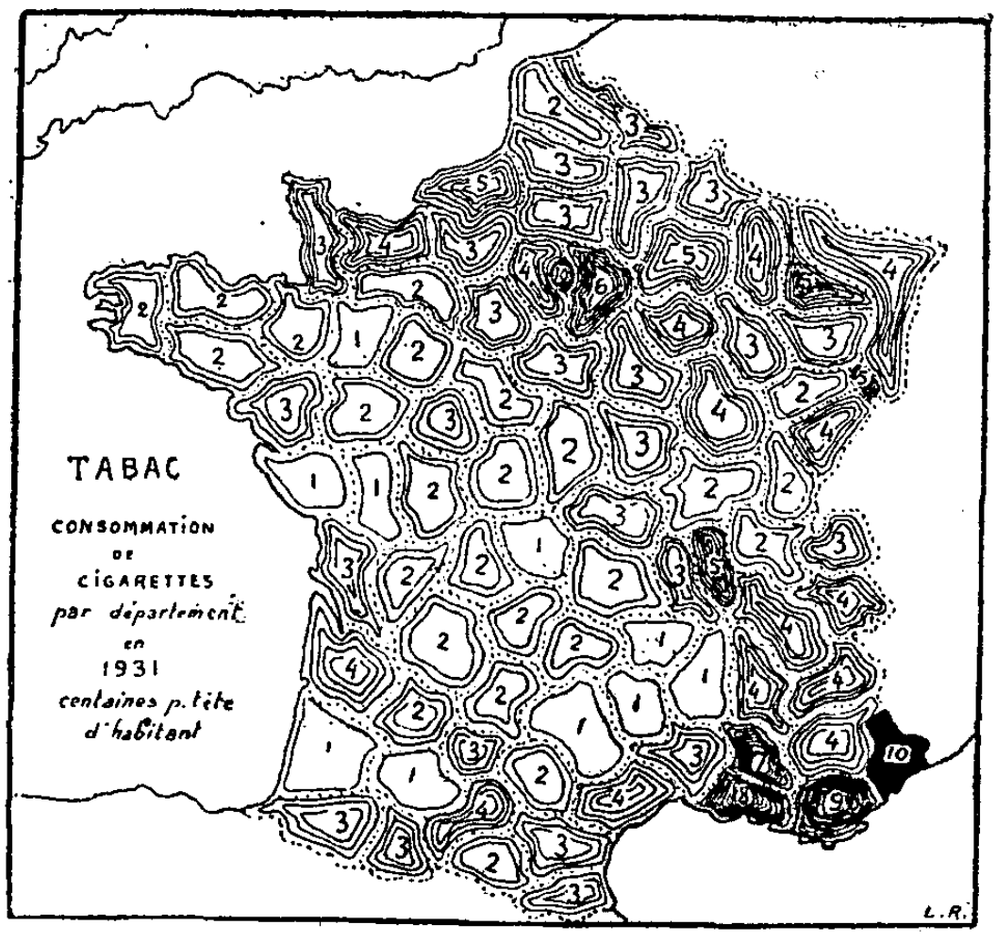
Le personnel. — Le personnel qui fait fonctionner cette énorme entreprise est placé sous les ordres d'un Directeur général assisté, dans l'Administration centrale, de 6 Inspecteurs généraux, 3 Ingénieurs en chef et un Ingénieur. Dans les Services extérieurs on distingue, d'une part, les Manufactures et les ventes qui occupent 31 ingénieurs en chef, 39 Ingénieurs, 6 Elèves Ingénieurs, des

Rédacteurs, des Ingénieurs-Mécaniciens, des Dessinateurs, Chefs d'ateliers, etc., au nombre de plus d'un millier ; d'autre part, la culture et les magasins qui occupent 10 Directeurs, 7 Inspecteurs, 38 Entreposeurs principaux et Entreposeurs, 35 Contrôleurs principaux de magasin,



35 Contrôleurs de culture, des Contrôleurs-adjoints, des Vérificateurs, des Chefs d'ateliers, etc., au nombre d'environ 700. Quant à l'effectif du personnel ouvrier il atteint 15.000, dont 3.800 hommes et 11.300 femmes.

Les matières premières. — Le tabac mis en œuvre provient de France, des colonies, de l'étranger. La produc-



tion des tabacs indigènes métropolitains est en augmentation : de 23 millions en 1929 à 31 millions de kilogrammes en 1931. Ces tabacs ont été payés à un prix moyen croissant de 692 francs à 760 francs les 100 kilogrammes. On peut noter que dans notre production de tabac métropolitaine, l'Alsace entre pour près d'un tiers : elle a fourni 9.637.000 kilos sur 31.272.000 en 1931.

Outre les tabacs métropolitains, le Monopole achète des tabacs en Algérie et à Madagascar qui ont fourni respectivement 9.633.000 et 3.508.000 kilogrammes.

Les tabacs étrangers forment une part très importante des approvisionnements en matière première. Toutefois sur le graphique des quantités totales annuelles de tabacs en feuilles mis en œuvre par les Manufactures, on remarque une baisse des quantités de tabacs étrangers depuis 1915, avec une augmentation des tabacs français depuis 1918.

La quantité de tabacs exotiques s'est montée, en 1931, à près de 36 millions de kilogrammes, soit presque la quantité de tabacs métropolitains et coloniaux qui approche de 41 millions de kilogrammes.

Fabrications. — Une mise en œuvre de plus de 75 millions de kilogrammes de tabac ne peut s'accomplir sans de nombreux ateliers et entrepôts. Il y a d'abord 7 magasins de transit dans les ports pour les tabacs exotiques, 32 magasins de culture, en France et Algérie ; de ces magasins, le tabac est dirigé sur 22 Manufactures dont il n'est pas inutile d'indiquer les emplacements : Bordeaux, Châteauroux, Dieppe, Dijon, Issy-les-Moulineaux, Le Havre, Le Mans, Lille, Lyon, Marseille, Metz, Morlaix, Nancy, Nantes, Nice, Orléans, Pantin, Paris-Reuilly, Riom, Strasbourg, avec annexes à Bischwiller et Lauterbourg, Tonneins, Toulouse. Il existe, en outre, à Limoges, un atelier de construction.

Enfin, à Bergerac, se trouve un important Institut expérimental du tabac. Cet Institut de Bergerac s'occupe, en particulier, de la culture et de ses perfectionnements. Outre des laboratoires et des champs d'essais placés dans l'immense groupe formé par les diverses Manufactures nationales à Bergerac, il possède des domaines où l'on fait d'importantes cultures expérimentales. Les résultats les plus remarquables y ont déjà été obtenus tant pour l'étude des méthodes culturales que pour celles des diverses variétés, leur multiplication, la lutte contre les maladies, les besoins en engrais de cette plante si exigeante en azote, acide phosphorique et surtout sulfate de potasse. Une visite faite à cet Institut en 1931 m'a prouvé que l'activité déployée pour perfectionner et faciliter la culture du tabac en France est telle que nous pouvons espérer voir encore augmenter beaucoup la proportion des tabacs indigènes mis en œuvre par le Monopole.

En sortant des Manufactures, que devient cette prodigieuse quantité de tabac ? On trouve dans les expéditions de produits fabriqués plus de vingt sortes de tabacs : poudres, scaferlatis, etc. ; plus de quinze sortes de cigarettes et cinquante espèces de cigares. Les statistiques des expéditions accusent les quantités en kilogrammes exprimées ci-dessous :

	1913 (Alsace et Lorraines non comprises)	1930	1931
		Alsace et Lorraine comprises	
Poudres	4.627.000	2.814.000	2.667.000
Carottes	642.000	700.000	685.000
Rôles	496.000	316.000	304.000
Scaferlatis	31.540.000	33.280.000	33.016.000
Cigarillos	289.000	148.000	109.000
Cigarettes	3.799.000	17.363.000	18.351.000
Cigares	2.634.000	1.191.000	836.000
Total des expéditions	44.029.000	56.312.000	55.971.000

Un fait est frappant sur ces nombres où nous avons supprimé les trois derniers chiffres significatifs dont la pré-

cision est inutile : c'est le développement des fabrications de 44 millions de kilos en 1913 à environ 56 millions en 1931, soit une augmentation de plus de 27 o/o. Un autre fait saillant ressort de cette statistique, c'est l'extraordinaire accroissement sur les cigarettes : de moins de 4 millions à plus de 18 millions de kilogrammes, soit plus de quatre fois la quantité d'avant guerre. Sur les cigares on constate une diminution des deux tiers, où l'influence de la crise économique entre 1930 et 1931 semble marquée.

Il est intéressant de voir quelle est la consommation par département et par tête d'habitant. Des tableaux précis publiés par le *Journal Officiel* on peut extraire les données qui suivent :

Département consommant plus de 1 million de kilogs	Total kilogramme	Nombre de cigarettes par tête	Valeur francs
Seine	8.577.000	1.097	160
Nord	2.979.000	316	41
Pas-de-Calais	1.686.000	271	36
Seine-et-Oise	1.420.000	498	63
Rhône	1.383.000	578	74
Seine-Inférieure	1.331.000	522	69
Gironde	1.066.000	446	57
Départements consommant moins de 200.000 kilogs			
Lot	188.000	201	25
Tarn-et-Garonne	179.000	315	38
Hautes-Alpes	112.000	420	46
Lozère	84.000	129	16

Dans le rapport annuel figurent des statistiques très détaillées des multiples opérations d'achat et de vente du Monopole, un état détaillé des dépenses, des tableaux et des graphiques des ventes des diverses catégories de produits fabriqués, des inventaires des terrains, du matériel, etc., etc. L'ensemble occupe une centaine de pages du « Journal officiel » et constitue une excellente étude à consulter pour se faire une idée précise de l'activité du Monopole des Tabacs.

LAURENT RIGOTARD.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 19 décembre 1932.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Brillouin.* — **Fonctions sphériques multipolaires non antipodes. Récurrences.**

— *P. Montel.* — **Sur un théorème de Rouché.**

— *G. Bourion* (prés. par M. Hadamard). — **L'ultraconvergence dans certaines séries de foncitons analytiques.**

— *J. Favard* (prés. par M. Hadamard). — **Sur la structure topologique des continus rectifiables.**

— *V.-A. Kostitzin* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une application géologique des équations différentielles.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *D. Belorizky.* — **Représentation de certaines fonctions par des séries particulières de polynomes.**

GÉOMÉTRIE. — *Lalan* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur les transformations asymptotiques des courbes minima.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *C. Camichel.* — **Sur les régimes transitoires.**

— *P. Dupin* et *M. Teissié-Solier* (prés. par M. Henri Villat). — **Sur les tourbillons produits par des obstacles de révolution autour d'un axe parallèle à la direction générale de l'écoulement.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *M. Serruys* (transm. par M. J.-L. Breton). — **Détermination de quelques caractères physiques de la détonation montrant le caractère local de celle-ci.**

ASTRONOMIE. — *V.-G. Siadbey* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur la détermination des trajectoires météoriques.**

ASTRONOMIE STELLAIRE. — *H. Mineur* et *A. Machiels* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur la distribution de la matière absorbante galactique.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *F. Link* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Etude photométrique de l'éclipse partielle de Lune du 14 septembre 1932.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *R. Wavre* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les polydromies des potentiels newtoniens d'une famille de corps homogènes.**

MOTEURS. — *A. Grabel* (prés. par M. J. Rey). — **Diagramme représentant les phénomènes réels de compression, de combustion et détente dans les moteurs rapides.**

Les diagrammes-types des moteurs qui font subir à l'air des changements semblables de volume, température et pression se distinguent entre eux par les taux de compression, les modes d'introduction et d'allumage du combustible, les modes de réglage de la puissance et de la vitesse. Mais en tout cas, c'est le départ de la montée en pression supplémentaire qu'il convient de surveiller particulièrement.

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *A. Labarthe* et *M. Denontvignier* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Méthodes de mesure et d'enregistrement des pressions rapidement variables.**

Les auteurs décrivent un dispositif permettant d'échapper aux inconvénients que présentent les autres méthodes ordinairement employées pour relever les variations rapides de pression. La description est accompagnée d'une figure.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *R. Guizonnier* (prés. par M. Maurain). — **Composante diurne du gradient de potentiel électrique au Val-Joyeux; variations de sa phase et de son amplitude.**

Pour les variations rapides, la phase de la composante diurne varie peu en général dans le cadre d'un mois, mais subit une variation continue au cours de l'année.

Pour les variations annuelles, la phase de la composante diurne varie d'une manière progressive au cours de l'année : le maximum qui a lieu vers 17 heures en janvier avance progressivement jusque vers 12 heures en juillet pour revenir à 17 heures en janvier.

Pour la variation annuelle de l'amplitude, pour les années étudiées, 1925 à 1930 inclus, l'amplitude de la composante diurne est minima en été et maxima en hiver; l'écart moyen entre les valeurs maxima et les valeurs minima a été trouvé de 15,7 volts par mètre.

MÉTÉOROLOGIE. — *A. Allix* (prés. par M. Ch. Jacob). — **Obscurcissement progressif de l'atmosphère lyonnaise : La visibilité des Alpes.**

Les mesures de visibilité prises jour par jour par l'Observatoire de Fourvières, montrent que l'atmosphère

lyonnaise s'est considérablement obscurcie depuis trente ans, en même temps que s'accroissait la consommation du charbon. Le nombre des jours d'horizon clair est, dans la période récente, moins de deux fois ce qu'il était il y a trente ans. On peut noter l'analogie de ce résultat avec ceux qu'a donnés l'observation de la teneur de l'atmosphère en soufre, dans la région de Liége en 1899 et en 1931.

CHRONOMÉTRIE. — *J. Granier* (prés. par M. A. Cotton). — **Influence des trépidations sur la marche des montres.**

Le spiral, sous l'action des trépidations, se déforme parfois considérablement et il n'est pas étonnant que, dans ces conditions, la marche en soit profondément affectée. Les déformations d'un spiral, sont d'autant plus importantes que sa période d'oscillation propre est plus voisine de celle des trépidations. Un spiral encastré à ses deux extrémités est en effet, un système oscillant très peu amorti et par conséquent susceptible de donner lieu à des effets de résonance très marqués. La fréquence propre d'un spiral dépend de ses dimensions et de la nature du métal qui le constitue.

PHYSIQUE. — *J. Basset* (prés. par M Matignon). — **Réalisation d'une chambre pour expérimentation à toutes températures sous des pressions permanentes gazeuses ou liquides jusqu'à 15.000 kg/cm² avec vision oculaire des phénomènes et enregistrement photographique ou cinématographique.**

L'auteur donne, dans cette Note, la description, à l'aide de figures, de l'appareil qu'il a réalisé.

CHALEUR. — *P. Vernotte* (prés. par M. Cotton). — **La convection naturelle de la chaleur, dans l'air, lorsque les échauffements sont très petits. Comparaison de la valeur limite de la convectance avec la conductance thermique du milieu.**

De ses expériences, l'auteur pense pouvoir conclure, ou bien que dans les enceintes, mêmes les mieux protégées, l'air a une turbulence naturelle dont les effets se superposent à ceux des courants de convection thermiques; ou bien que la théorie de la convection est insuffisante, et qu'aux échauffements extrêmement faibles, il y a un changement profond dans la loi de la convection.

RADIO-ÉLECTRICITÉ. — *P. David* (transm. par M. A. Blondel). — **Sur le rayonnement du poste radioémetteur de la Tour Eiffel.**

Les parties métalliques de la Tour seraient le siège de courants importants, dus au couplage par induction et capacité avec l'antenne. L'ensemble agit alors comme un cadre triangulaire, fermé en haut par capacité, en bas par la terre, jouant le rôle de conducteur. La hauteur effective calculée pour un tel cadre, d'après ses dimensions et pour l'onde 1445 m., ressort à une centaine de mètres. Cette singularité confirme dans le cas spécial de la Tour Eiffel, le rôle que peuvent jouer les pylônes métalliques dans le rayonnement des antennes.

RAYONS X. — *Horia Hulubei* (prés. par M. J. Perrin). — **Mise en évidence de la diffusion Compton multiple.**

Les expériences de l'auteur mettent, pour la première fois en évidence, spectrocospiquement, la diffusion multiple avec changement de fréquence.

OPTIQUE. — *P. Woog* et *R. Sigwalt* (prés. par M. Brillouin). — **Emploi du colorimètre Dubosc pour la définition des couleurs par analyse dans les différentes régions du spectre.**

Le liquide à étudier, introduit dans l'une des cuves de l'appareil, est examiné sous une épaisseur déterminée, fonction de la transparence du liquide. Dans l'autre cuve, on verse une liqueur gris-neutre étalonnée, puis on fait défiler dans l'oculaire une série d'écrans sélecteurs limitant une région déterminée du spectre, et pour chacun de ces écrans, on réalise l'égalité de la transmission des deux liquides en faisant varier, par la manœuvre du piston, la transmission du liquide gris. Les écrans sélecteurs sont montés dans un barillet qui les interpose dans l'axe de l'oculaire, entre ce dernier et les prismes.

— *A. Nahermiac* (prés. par M. A. Cotton). — **Etude d'une bande OH du phénol dans le proche infrarouge.**

L'auteur expose les recherches qu'il a faites sur la bande OH du phénol au voisinage de $\lambda = 0^{\mu},97$ à l'aide du spectromètre à cellule photorésistante décrit par M. Freymann (*C. R.* 193, 1931, p. 565).

RAYONNEMENT. — *T.-N. Panay* (prés. par M. Fabry). — **Radiateur intégral (corps noir) en carbone chauffé électriquement.**

L'auteur décrit l'appareil à l'aide de figures.

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *Q. Majorana* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la confirmation de l'existence d'un nouveau phénomène photoélectrique.**

L'auteur a repris l'étude du phénomène qu'il a précédemment décrit et qui est présenté par des pellicules ou lames minces métalliques sur lesquelles on fait tomber un faisceau intense de lumière interrompu périodiquement. D'après ses nouvelles recherches, il lui semble qu'on peut définitivement affirmer l'existence de ce nouveau phénomène photoélectrique, du moins pour les lames de platine déposées sur verre. Ce phénomène se manifeste, avec une loi à étudier, pour toutes les fréquences du spectre des sources employées.

PHOTOGRAPHIE. — *C. Jausseran* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Action d'un révélateur sur des images latentes d'âges différents.**

Au point de vue de la photométrie photographique, le révélateur à l'hydroquinone permet de faire des mesures correctes sur une plaque ayant été impressionnée à des dates différant de plusieurs heures, mais en développant très peu de temps après la dernière pose. Il suffit de développer la plaque assez longtemps. Le révélateur au métal permettrait sans doute avec une durée de développement encore plus longue d'arriver au même résultat, mais il se produit un voile chimique bien plus important qui rendrait les mesures pénibles et risquerait d'altérer la loi du noircissement.

ÉLECTROCHIMIE. — *R. Constal* et *H. Spindler* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'électrolyse de NH^3 liquéfié sec.**

Cette étude a été faite en utilisant des électrodes variées (cuivre, argent, or, platine, fer, en nickel, molybdène, tungstène, tellure, antimoine, graphite, nickel-chrome) et des différences de potentiel allant de 2 volts à 8.000 volts.

ATOMISTIQUE. — *G. Fournier* et *M. Guillet* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'absorption des rayons β par la matière.**

Les auteurs ont mesuré les coefficients d'absorption du platine et du plomb, à l'aide d'une source de Ra E ne contenant qu'une très petite quantité de Ra D. Un tableau indique les résultats obtenus.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Lecomte du Noüy* (prés. par M. Roux). — **Perfectionnements à l'électrode d'hydrogène pour la mesure de la concentration en ions hydrogène des solutions.**

L'emploi des électrodes platinées présentent certains invénients, celui notamment de s'empoisonner au contact de certaines substances, particulièrement les protéines. L'auteur a substitué le palladium à l'état colloïdal, au platine et a, par cette nouvelle méthode, obtenu de très bons résultats.

PHYSICO-CHIMIE. — *A. Lalande.* — **Nouvelle méthode cryoscopique.**

L'auteur décrit une méthode destinée à la mesure de la température de congélation commençant des mélanges liquides. Elle dérive de l'analyse thermique, mais assure l'équilibre thermodynamique entre les phases en présence.

— *R. Trehin* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Influence de la température sur l'absorption des solutions aqueuses d'acide chlorhydrique dans l'ultraviolet lointain.**

MÉTALLURGIE. — *J. Herenguel* et *G. Chaudron* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **La sublimation du magnésium dans le vide et sa coulée sous atmosphère d'argon.**

Les auteurs décrivent et figurent les appareils qu'ils ont realisés : 1° pour la sublimation du magnésium; 2° pour sa fusion et sa coulée; ils en indiquent le fonctionnement. Par les méthodes qu'ils ont employées, ils ont pu préparer facilement plusieurs alliages d'aluminium. Ils pensent que l'argon étant préparé aujourd'hui à un état de grande pureté, la fusion sous ce gaz peut avoir de nombreuses applications dans la métallurgie des métaux altérables.

CHIMIE MINÉRALE. — *Picon* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Obtention et propriétés du thiocarbonate thalleux. Réaction spécifique du thallium.**

Le thiocarbonate thalleux se forme très facilement chaque fois que l'on produit du sulfure de thallium en milieu alcalin, et en présence de sulfure de carbone; le précipité obtenu est rouge vermillon, stable à la température ordinaire et en présence des alcalis. Il est attaqué par les acides minéraux et les halogènes.

— *H. Lafuma* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'aluminate bicalcique hydraté.**

CHIMIE ANALYTIQUE. — *F. Govaert.* — **Le dosage des halogènes dans les matières organiques par la méthode au sodammonium; dosage du fluor dans quelques composés organiques.**

— *R. Cambier* et *L. Leroux* (prés. par M. A. Desgrez). — **Sur le dosage de l'azote organique en présence de nitrates par la méthode de Kjeldahl.**

Le principe de la technique repose sur l'élimination préliminaire de l'acide nitrique, de l'échantillon examinée, par distillation dans le vide à basse température. C'est celle qui est employée au Laboratoire d'Hygiène de la Ville de Paris.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Sutra* (transm. par M. Urbain). — **Sur la structure de l'amidon.**

— *Tiffeneau.* — **Transpositions moléculaires dans la série du cyclohexane; passage à la série du cyclopentane.**

La connaissance du mécanisme des diverses transpositions résultant les unes de l'isomération des oxydes d'orthoet de paraméthylcyclohexane, les autres de déshalogénation des halohydrines correspondantes, semble devoir permettre une interprétation logique des diverses transpositions moléculaires avec raccourcissement de cycle qui ont éé publiées dans ces dernières années.

— *Mme M. Guaisnet-Pilaud* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur les bétaïnes phénylméthyléthylées et sur la stéréoisomérie géométrique des composés organiques de l'azote pentavalent.**

— *R. Paul* (prés. par M. Matignon). — **Stabilité du lien oxydique dans les dérivés tétrahydrofuryliques.**

— *M. Battegay* et *L. Denivelle* (prés. par M. Delépine). — **Sur les chlorosulfinates d'aryle et les sulfites d'aryle.**

HYDROLOGIE. — *R. Delaby, R. Charonnat* et *M. Janot* (prés. par M. A. Desgrez). — **La radioactivité des eaux du Ballon d'Alsace.**

OCÉANOGRAPHIE. — *A. Labbé* (prés. par M. L. Joubin). — **Le *p*H et le rythme des marées.**

— *J. Richard.* — **Sur l'emploi de l'ondo-pompe Cattaneo pour utiliser les mouvements de la mer.**

On a établi, au pied du Musée Océanographique de Monaco, un dispositif permettant d'utiliser les mouvements de la mer : dans un puits de 6 m. dont 3 m. 50 sont au-dessus du niveau moyen de la mer et dont le fond communique avec elle, se trouve un flotteur qui suit les mouvements d'ascension et de descente de l'eau du puits et qui, transmettant ces mouvements à deux pistons plongeurs de pompe, permet d'élever l'eau à la hauteur qu'on a fixée. L'auteur décrit le dispositif et son fonctionnement à l'aide d'une figure.

L. Franchet.

PALÉONTOLOGIE. — *L. Cayeux.* — **Existence d'un phosphate à spicules de Calcisponges dans l'Ordovicien du Pays de Galles.**

On peut fixer la proportion des Calcisponges à 20 % de la constitution de la roche, proportion qui n'a jamais été constatée. Les spicules ont été silicifiées avant la phosphatisation du dépôt. Cette silicification a suivi de très près la chute des matériaux sur le fond de la mer, ce qui revient à dire que les migrations de la silice relèvent, une fois de plus, du milieu sous-marin.

GÉOLOGIE. — *E. Aubert de la Rüe.* — **Étude préliminaire de la géologie des îles Saint-Pierre et Miquelon.**

L'île St-Pierre, d'origine éruptive, est en grande partie formée de rhyolites calco-alcalines, fréquemment albitisées et épidotisées et généralement accompagnées de tufs et de brèches rhyolitiques. La partie Nord de la Grande Miquelon est formée principalement de terrains archéens, tandis que la partie Sud est en majeure partie volcanique. Le Petite Miquelon ou Langlade est surtout formée de terrains sédimentaires plissés. L'île Verte doit être, au point de vue géologique, rattachée à Langlade. Il existe aussi, à St-Pierre et à Miquelon plusieurs catégories de dépôts récents; l'extension de la tourbe est considérable sur tout l'Archipel; plusieurs étangs de l'île St-Pierre possèdent des dépôts de vase à Diatomées.

PALÉOBOTANIQUE. — *P. Bertrand* (prés. par M. Mangin). — **Observations sur les Cladoxylées de Saalfeld.**

Les pétioles primaires de *Clepsydropsis* de Saalfeld appartiennent aux *Cladoxylon*, avec lesquels ils sont associés; les arguments anatomiques démontrent cette connexion. Cette découverte entraîne des conséquences im-

portantes en ce qui concerne les rapports de divers types : *Clepsydropsis*, *Cladoxylon*, *Hierogramma*, *Syncardia*, *Asteropteris*. Les Cladoxylées apparaissent comme les Fougères les plus primitives et les plus anciennes que l'on connaisse; le gisement de Saalfeld appartiendrait au Dévonien supérieur.

BOTANIQUE. — *St. Jonesco* (prés. par M. Dangeard). — **Sur les mouvements et la croissance des pédoncules floraux de l'*Ipomœa purpurea*.**

Les pédoncules floraux de l'*Ipomœa purpurea* s'allongent d'après les mêmes lois établies pour les organes qui croissent en longueur. Il y a une relation étroite entre les mouvements de ces pédoncules et les phases les plus marquées de leur croissance. Ces mouvements s'éxécutent sous la forme hélicoïdale et présentent les caractères généraux du phénomène de circumnutation effectué par les tiges de la plante.

— *M. Lefèvre* (prés. par M. Mangin). — **Sur la structure de la membrane des Euglènes du groupe *Spirogyra*.**

La membrane cellulaire d'*Euglena fusca* est pourvue de protubérances ornementales constituées par un mucus spécial filtrant à travers les pores de la membrane. La cellule, protubérances comprises, paraît être enfermée dans une seconde membrane transparente et très fine. Les protubérances ornementales observées chez *Euglena spirogyra* diffèrent, par certains de leurs caractères, des précédents, et ces différences constituent un caractère spécifique valable pour distinguer les deux espèces.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *P. Chouard* (prés. par M. Blaringhem). — **Diversité de types de plantules chez les Ails (Allium).**

La plupart des espèces du genre *Allium* ont un cotylédon épigé; un petit nombre ont un cotylédon hypogé; le cotylédon hypogé d'*Allium ursinum* possède divers caractères particuliers. Aux divers types de plantules correspondent, chez les plantes adultes, des bulbes différents. Cependant, la structure anatomique est toujours la même. La comparaison des plantules et des bulbes doit être utilisée pour répartir les *Allium* en sections moins artificielles que les sections actuellement admises.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *M. Molliard.* — **Expériences permettant d'expliquer l'atténuation de la chlorophylle présentée par les plantes vertes parasites.**

Des Radis sont cultivés sur une décoction de carottes additionnée de gélose. On réalise ainsi un mode de nutrition saprophytique. Les feuilles des Radis ainsi cultivés sont vert pâle ou jaune vif. Leur teneur en chlorophylle, comme l'intensité de l'assimulation de CO^2, sont le dixième environ de ce que l'on constate chez les Radis cultivés en milieu artificiel. Lorsque la culture est faite sur décoction de Radis, les individus ont le même aspect que les individus cultivés sur milieu artificiel. On peut donc admettre que la décoction de Carottes exerce une action nocive, tandis que les substances de la plante même n'exercent pas cette action.

— *M. Gracanin* (prés. par M. Bertrand). — **La concentration des ions comme facteur de la résorption.**

La rapidité de résorption des ions phosphoriques dépend-elle de leur concentration dans le milieu nutritif? Les expériences ont été faites avec *Hordeum distichum* et *Zea-Mays* cultivés sur des solutions de phosphate monocalcique contenant de 0 à 0,1 % de P^2O^5. La grandeur de la résorption par les racines croît avec la concentration entre ces limites; elle est maximum dans les 24 premières heures. Les jeunes plantes ne peuvent résorber une quantité d'ions supérieure à leurs besoins physiologiques. Le coefficient économique atteint la valeur maximum dans la concentration la plus basse. Pour de brefs intervalles de temps, le phénomène de la résorption est soumis aux lois physico-chimiques ordinaires de la sorption.

— *H. Colin* et *M. Quillet* (prés. par M. Molliard). — **Sur la gelée de l'œuf de *Phallus impudicus*.**

La gomme de *Phallus*, qui forme une gelée entre les deux feuillets de la volve, possède des propriétés spéciales; elle se rapproche à la fois de l'algine et des matières pectiques.

— *J. Chaze* (prés. par M. Molliard). — **Sur l'exsudation des alcaloïdes de *Lupirus albus*.**

Des alcaloïdes exsudent à travers la membrane externe des cellules épidermiques; l'exsudation est d'intensité variable avec le degré d'insolation. Des phénomènes analogues ont lieu au niveau des poils.

BIOLOGIE FLORALE. — *L. Blaringhem.* — **Sur un cas d'atavisme apparu dans une lignée de Pavot à opium.**

On a réalisé, chez *Papaver Mursellii* Hört., par autofécondation strictement contrôlée, une descendance uniforme, à pétales toujours parfaitement blancs. Parmi 5.000 individus, on a rencontré un mutant unique, à pétales blancs bordés de rouge; c'est un exemple certain d'atavisme, consistant dans l'apparition d'une variété connue et décrite il y a trois siècles.

GÉNÉTIQUE. — *M^lle C. Bourdouil* (prés. par M. Blaringhem). — **Relation, chez les hybrides de *Pisum*, entre la synthèse de l'amidon et le poids des graines.**

Les hybrides (F_2) proviennent du croisement de deux variétés : à grains verts ridés (D), à grains jaunes ronds (A). D'après l'aspect extérieur des graines, les lots obtenus correspondent à la loi de Mendel. La dominance, en ce qui concerne la teneur en amidon, appartient aux pois ronds A. Les graines ridées, en ce qui concerne la teneur en sucres solubles, ne diffèrent guère du type ridé pur. Le poids de la graine mûre dépend de l'activité de condensation des glucides solubles en amidon; le couple de caractères formé par ces activités distinctes chez les parents se comporte, du point de vue de la transmission, conformément aux règles mendéliennes.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *R. Lemesle* (prés. par M. Costantin). — **Nouvelles recherches sur le *Scabiosa Succisa* L. attaqué par le *Fusarium anthophilum* (A. Br.) Wr.**

L'attaque des fleurs cléistogames de *S. Succisa* par le *F. anthophilum* n'empêche pas le développement des étamines et des ovules, ni même parfois, la fécondation. La pénétration du mycélium dans les ovules ne provoque pas leur avortement complet. On observe une pénétration analogue de l'ovule des fleurs ouvertes. Les recherches de l'auteur lui permettent de conclure à une action directe du parasite qui se produit sur les ovules dans la majorité des cas et en arrête le développement.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *M^me F. Franck* et *D. Auger* (prés. par M. Lapicque). — **Analyse cinématographique des mouvements du protoplasme en rapport avec la variation électrique dans l'excitation chez *Nitella*.**

Le protoplasme diminue brusquement de vitesse au pas-

sage de l'onde; cette variation se produit seulement 1 à 2 secondes après le début de l'onde négative. Le mouvement peut ensuite évoluer de deux façons. Ou bien, la vitesse continue à diminuer lentement, tombe à 0, puis remonte lentement encore à sa valeur normale primitive. Ou bien, la vitesse reste constante pendant un temps assez court et reprend lentement sa valeur normale. Le temps de latence pourrait s'expliquer par l'existence, dans le protoplasme, de deux couches superposées entre lesquelles les rapports fonctionnels seraient les mêmes que ceux du nerf et du muscle.

PHYSIOLOGIE. — *Mme L. Randoin* et *H. Simonnet* (prés. par M. Viala). — **Constitution d'un régime artificiel en vue d'expériences de longue durée sur les relations entre l'alimentation et les phénomènes de croissance, d'entretien, et, particulièrement, de reproduction.**

Le régime proposé a été établi pour permettre de suivre des animaux pendant plusieurs années; il assure la croissance et l'entretien et permet de poursuivre, sur la reproduction, des expériences de plusieurs années relatives aux effets d'un déséquilibre alimentaire bien déterminé, qualitativement et quantitativement.

ZOOLOGIE. — *Ch. Pérez* (prés. par M. Bouvier). — **Anomalies intersexuelles chez les Pagures.**

A titre exceptionnel, des mâles complets et incontestables, présentent certains caractères que l'on pourrait être tenté d'interpréter comme symptômes d'une féminisation partielle; ils ne semblent pas relever d'une perturbation de la sexualité. Un cas remarquable est celui d'un *Eupagurus prideauxi*, complètement sexué et présentant des caractères identiques à ceux d'un mâle normal. Cet exemple tend à suggérer que ces caractères sont peut être moins véritablement mâles que tout simplement somatiques.

— *Mme J. Henri-Heldt* (prés. par M. Gravier). — **L'appareil génital mâle des crevettes nord-africaines de la famille des *Penœidea*.**

Description de l'appareil génital des espèces nord-africaines suivantes : *Aristeomorpha foliacea* Risso, *Aristeus antennatus* Risso, *Penæus trisulcatus* Leach, *Parapenæus longirostris* Lucas *et Sicyonia carinata* Olivi.

PHYSICO-CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Ch. Achard* et *A. Boutaric*. — **Quelques recherches physico-chimiques sur les suspensions préparées à partir des protéines séparées du sérum par la méthode dite à l'acétone.**

Les diverses mesures physico-chimiques effectuées montrent que la séparation des protéines, faite à basse température par la méthode à l'acétone, de Piettre et Vila, respecte l'intégrité des molécules protéiques. Cependant, une conservation trop prolongée des sérums, même à basse température, finit par modifier leurs diverses propriétés.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *R. Fosse, P. de Graeve* et *P.-E. Thomas*. — **Un nouveau principe des végétaux : l'acide urique.**

C'est de l'acide urique que dérivent chez les végétaux : allantoïne, acide allantoïque, avec une partie de l'urée et de l'ammoniaque. Sa présence a été constatée chez les graines de deux variétés de Mélilot, et chez celles de la Fève des Marais et du Trèfle violet.

PHARMACOLOGIE. — *R. Hamet* (prés. par M. Ch. Richet). — **Action de la tyramine sur l'excitabilité du pneumogastrique cardiaque et influence de cette amine sur les effets de la nicotine.**

Après injection intraveineuse de tyramine, chez le chien, l'excitabilité électrique du bout périphérique du pneumo-gastrique est diminuée ou abolie. D'autre part, l'action de la nicotine sur la pression et sur l'intestin est diminuée ou supprimée. Par contre, après injection de ces mêmes doses totalement inhibitrices de tyramine, l'acétylcholine et d'adrénaline agissent encore. La tyramine possède donc, comme l'hordénine, une action nicotinique indéniable.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Mlle M.-L. Perrier* (prés. par M. Bouvier). — **Physiologie comparée des cônes et des bâtonnets. Indications fournies par l'étude du comportement.**

On admet généralement que les cônes seraient les organes de la vision en milieu fortement éclairé et de la vision des couleurs, tandis que les bâtonnets seraient les organes de la vision en lumière diffuse. L'étude d'un certain nombre de rétines, dans toute la série des vertébrés, conduit l'auteur à admettre que le rapport établi entre la forme des cellules visuelles et l'habitat ou le mode d'activité, diurne ou nocturne, n'existe pas. De même, l'auteur cite de nombreux cas où la sensibilité à la lumière n'est pas liée à la présence des bâtonnets à segment externe plus volumineux. La physiologie des cellules visuelles paraît essentiellement variable d'un groupe à l'autre; la diversité de fonctionnement ne se manifesterait pas dans la forme des éléments.

M. Mascré.

Séance du 27 décembre 1932

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Drach*. — **Sur l'intégration par quadratures d'une classe d'équations différentielles : $d^2y/dx^2 = F(x, y)$.**

— *G. Giraud*. — **Sur les équations non linéaires du type elliptique, théorème général et application.**

— *Soula* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les équations intégrales de première espèce à limites fixes.**

— *J. Schauder* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur les équations aux dérivées partielles du type elliptique.**

THÉORIE DES GROUPES. — *H. Auerbach* (prés. par M. E. Cartan), — **Sur les groupes bornés de substitutions linéaires.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *P. Vincensini*. — **Points ocaux des cercles d'une congruence.**

ÉLASTICITÉ. — *C.-A. Garabedian* (prés. par M. Mesnager). — **Plaque rectangulaire épaisse chargée uniformément dont les deux bords opposés ou moins sont appuyés.**

HYDRODYNAMIQUE. — *M. Golaz* (prés. par M. Mesnager). — **Remarques sur la viscosité de l'eau.**

MÉCANIQUE QUANTIQUE. — *J.-L. Destouches* (prés. par M. M. de Broglie). — **Remarques sur la théorie de la superquantification.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *M. Serruys* (prés. par M. Breton). — **Sur la localisation des phénomènes de détonation.**

ASTRONOMIE. — *A. Cabreira*. — **Sur la variation de l'orbite et de la vitesse de la comète de Halley et de sa distance aux planètes troublantes.**

PHYSIQUE MATAÉMATIQUE. — *Th. de Donder*. — **Linéarisation d'un (ds^2) quelconque.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *J. Coulomb* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Recherches sur l'anomalie magnétique au sommet du Puy-de-Dôme.**

Bruhnes avait émis une théorie de l'anomalie par le magnétisme remanent de la domite. Les coïncidences qu'il avait enregistrées n'ont pas été retrouvées. Il semble nécessaire d'admettre une aimantation moyenne de la montagne supérieure à celle des échantillons superficiels. Cependant il est difficile d'y voir un effet d'aimantation induite : quelques déterminations faites par M. Grenet montrent que celle-ci est dix fois plus faible que l'aimantation rémanente dans les échantillons les plus favorables.

OCÉANOGRAPHIE. — *Idrac* (prés. par M. J.-B. Charcot). — **Recherches sur les phénomènes sous-marins de la baie de Villefranche-sur-Mer.**

La rencontre périodique d'animaux pélagiques dans la rade de Villefranche-sur-Mer représentent un phénomène très curieux, qui a engagé l'auteur à faire une étude des courants et de l'océanographie physique de cette baie. Dans ce but, il a employé le thermomètre enregistreur sous-marin qu'il a décrit dans sa Note du 28 décembre 1931. Une figure indique quelques courbes obtenues à des profondeurs de 20 à 30 m. et qui montrent combien sont diverses les variations de température.

SPECTROSCOPIE. — *A. Hautot* (prés. par M. Fabry). — **Sur la structure de la raie K_α du carbone.**

La raie $K\alpha$ du carbone apparaît comme constituée au moins par trois raies. Il y a 0,2 Å et 0,7 Å entre la composante de plus grande longueur d'onde (la plus intense) et les deux autres composantes. L'intensité de la composantes moyenne est comprise entre celle de la composante de plus grande longueur d'onde et celle de la composante de plus petite longueur d'onde (la plus faible).

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *G.-A. Boutry* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur le calcul d'un amplificateur de basse fréquence pour cellule photoélectrique.**

— *P. Fourmarier* (prés. par M. P. Janet). — **Action d'un champ magnétique sur une cellule photoélectrique à remplissage gazeux.**

Les observations semblent pouvoir corroborer l'hypothèse, émise précédemment par l'auteur, de l'influence des ions positifs sur le traînage. Ils sont en effet, dans la cellule des éléments à très faible vitesse, donc éminemment sensibles au champ magnétique. Or l'effet de celui-ci sur les électrons diminue quand la tension appliquée augmente, puisque la vitesse des électrons est proportionnelle au champ électrique accélérateur.

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *A. Cotton* et *M. Schérer*. — **Dispersion rotatoire magnétique d'un composé coloré diamagnétique : la thiobenzophénone.**

Une figure indique les résultats obtenus dans les conditions de l'expérience décrite par les auteurs.

EFFET RAMAN. — *J. Cabannes*. — **Le spectre Raman de l'ion SO^4 dans le gypse.**

L'auteur a pu rattacher le spectre de l'ion déformé à celui du tétraèdre régulier et retrouvé par l'expérience les cinq fréquences symétriques par rapport à l'axe binaire L, que donnerait un dénombrement direct. Le cristal étudié était limité par trois faces planes à peu près normales : l'une suivant le clivage g_1 ; une autre à 75° du clivage vitreux g_1h_1 et à 141° du clivage g_1p.

CHIMIE MINÉRALE. — *F. Gallais* (prés. par M. Urbain). — **Sur l'iodomercurate d'argent.**

L'auteur a suivi par les mesures de conductibilité, la réaction du nitrate d'argent avec l'iodomercurate de potassium. Il trace une courbe représentant la conductibilité de deux molécules de KI et d'une molécule de biiodure en solution 0,01 M dans l'alcool à 20°, en fonction des quantités d'azotate d'argent 0,1 M qui leur ont été ajoutées. La courbe montre un seul point anguleux terminant un tracé très régulier, par l'addition de deux molécules d'azotate d'argent ; l'analyse du précipité donne à ce moment 23,32 pour 100 d'argent, dosé à l'état du chlorure (calculé pour HgI^4Ag^2, 23,39 p. 100). Ce résultat paraît bien correspondre à la précipitation d'un iodomercurate d'argent unique, du type attribué au sel de potassium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *L. Palfray, S. Sabatay* et *D. Sontag* (prés. par M. Delépine). — **Sur l'action de divers agents déshydratants sur l'alcool phényléthylique primaire.**

Les auteurs ont étudié l'action des divers agents déshydratants, pour déterminer quel est le milieu le plus favorable à l'une ou à l'autre des deux réactions de déshydratation et voir si certains agents étaient capables de produire la déshydratation simultanément dans les deux directions.

— *P. Fleury* et *J. Lange* (prés. par M. Desgrez). — **Sur l'oxydation des acides alcools et des sucres par l'acide périodique.**

La réaction qui résulte de l'oxydation du lévulose apparaît comme spécifique des glycols. En outre, les auteurs montrent, par les résultats obtenus, l'influence exercée sur la nature de produits d'oxydation par la présence, à côté de carbone à fonction alcoolique, d'atomes de carbone portant des fonctions différentes qui peuvent soit résister à l'attaque, soit participer à la réaction.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *C. Matignon* et *M. Séon*. — **Action de la vapeur d'eau sur le méthane.**

Un tableau indique les résultats obtenus.

CHIMIE AGRICOLE. — *G. Bertrand* et *L. Silberstein*. — **Sur l'importance des sulfates comme engrais.**

Les recherches antérieures des auteurs ont montré que les plantes exigent pour la construction de leurs tissus des quantités de soufre beaucoup plus grandes qu'on ne le supposait, mais que les terres cultivées peuvent ne contenir que des proportions très petites de soufre assimilable.

De leurs nouvelles recherches, ils concluent que dans la culture intensive on devra ajouter une certaine proportion de $SO^4(NH^4)^2$ ou de SO^4K^2, voir du sulfate de chaux, aux engrais chimiques concentrés, mais incomplets, qu'offre l'industrie nouvelle.

MINÉRALOGIE. — *L. et H. Longchambon* (prés. par M. F. Wallerant). — **Sur la vanadinite d'Hérival (Vosges).**

La composition du minéral correspondant à un complexe dans lequel interviennent la pyromorphite, la mimétèse, la vanadinite et l'apatite donc plus complexe encore que la polysphérite, l'endlichite, la campylite ou l'hédyphane. La réunion du phosphore, de l'arsenic et du vanadium, du plomb et du calcium, du chlore et du fluor fait de ce minéral un exemple remarquable de l'isomorphisme des minéraux du type apatite.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *A. Bigot.* — **Rôle de la solifluxion dans la morphogénie des collines de Normandie et du Maine.**

La région des collines de Normandie et du Maine est particulièrement instructive pour l'étude des formations de solifluxion (head) et de leur rôle dans la topographie actuelle. Plusieurs exemples sont décrits. D'une façon générale, du pied des crêtes descend un talus de *head* qui, s'il arrive jusqu'aux vallées, les remblaie en partie et prépare, par son accumulation, le nivellement ou l'adoucissement de la surface topographique. Ces formations doivent être distinguées des simples éboulis; elles sont contemporaines des terrasses littorales.

— *M*lle *H. Alimen* (prés. par M. Jacob). — **Sur les bases paléontologiques d'une subdivision du Stampien dans le bassin de Paris.**

Les six assises fossilifères que l'on a distinguées dans l'Oligocène marin de la région d'Etampes doivent être ramenées à deux grands horizons seulement : un *horizon inférieur*, avec les faunes de Jeurres et de Morigny, un *horizon supérieur* avec les niveaux de Pierrefitte et d'Ormoy. Ces deux niveaux principaux sont caractérisés par de bonnes espèces, spéciales à chacun d'eux, bien définies, abondantes, et qui se retrouvent dans d'autres bassins oligocènes.

— *G. Delépine* (prés. par M. Barrois). — **Sur l'extension des mers paléozoïques en Asturies (Espagne).**

La région des massifs élevés couvrant le centre et l'est de ce pays (Picos, Sueve, Pêna mayor) a été émergée pendant le Dévonien et le commencement du Carbonifère. La transgression du Dévonien n'a atteint que la partie ouest des Asturies. La mer dévonienne fut peu profonde : le caractère récifal des calcaires, la prédominance des sédiments arénacés au Dévonien moyen en sont des preuves. Au Dévonien supérieur, la mer s'est retirée. Seulement à la fin du Viséen, une transgression a couvert cette fois toute l'étendue des Asturies.

— *M*lle *S. Gillet* (prés. par M. Jacob). — **Essai de classification du Miocène supérieur et du Pliocène inférieur de Roumanie. La Transylvanie et le Banat.**

— *D. Schneegans* (prés. par M. Jacob). — **Les subdivisions de la nappe de l'Ubaye dans le massif du Morgon (Alpes françaises).**

L'auteur distingue, dans la nappe de l'Ubaye, les unités suivantes, en allant des plus externes aux plus internes : écailles parautochtones, faisceau d'écailles du Morgon; pli couché du Caire, les Séolanes et le Chapeau de Gendarme; Escouréous et les cicatrices qui s'y rattachent.

PALÉONTOLOGIE. — *F.-M. Bergounioux* (prés. par M. Jacob). — **Sur la place des Trionyx dans la classification des Chéloniens.**

Les Trionychidés forment, de nos jours, un groupe peu nombreux de tortues paludines chez qui le revêtement dermique corné est remplacé par une peau coriace et plissée. Ils ont une grande importance géologique. Les *Trionyx* se séparent à la fois des Cryptodines et des Pleurodines. On pourrait désigner du nom de *Gymnodermes* les Triochynidés en raison de l'absence de revêtement corné, par opposition aux tortues à revêtement corné qu'on désignerait du nom de *Lépidodermes*.

BOTANIQUE. — *P. Frémy* (prés. par M. Dangeard). — **Cyanophycées vivant dans le thalle des *Codium*.**

Cinq Cyanophycées au moins peuvent vivre librement à l'intérieur des thalles de différents *Codium*. Ce sont : *Microcoleus Whuitneri*, *M. codii*, *M. Vouki*, *Hydrocoleum coccineum*, *Brachytrichia balani* fa. *purpurea*. Trois autres sont plus ou moins étroitement fixées sur leurs filaments corticaux : *Lyngbya gracilis*, *L. Agardhii*, *L. infixa*.

— *A. Vladesco* (prés. par M. Molliard). — **Sur les premiers cloisonnements du zygote des Fougères leptosporangiées.**

Les anciens auteurs admettent que le cloisonnement du zygote se fait : par une première paroi perpendiculaire à la direction longitudinale du prothalle; par une deuxième séparant dans chaque hémisphère un quadrant supérieur et un inférieur; par une troisième, perpendiculaire aux deux premières, et partageant l'œuf en octants. Aucune des espèces étudiées par l'auteur n'a présenté un seul cas où les cloisons quadrante et octante se succèdent suivant ce schéma. L'importance attribuée aux premiers cloisonnements dans le déterminisme embryonnaire des futurs membres de la plante, n'est pas justifiée.

MYCOLOGIE. — *M*lle *Dzung Tsin Nang* (prés. par M. Dangeard). — **Quelques observations sur l'Ustilago violacea (Pers.) Fuckel.**

Le Champignon a été étudié chez *Dianthus monspessulanus L.* Il se développe surtout dans les organes de reproduction. Le mycélium circule entre les cellules ou pénètre dans celles-ci. C'est surtout dans les anthères que les cellules de l'hôte s'altèrent. La sporulation du Champignon se fait dans les sacs polliniques. La germination des chlamydospores et la formation des sporidies ont été étudiées sur cultures. Les anastomoses entre cellules sporidiales ou promycéliennes sont purement végétatives; la seule fusion sexuelle vraie est celle des noyaux dans les jeunes chlamydospores.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *E. Michel-Durand* (prés. par M. Molliard). — **Sur l'azote, le soufre, le phosphore, le potassium des feuilles de *Prunus Laurocerasus* au moment de leur chute.**

Les feuilles de Laurier Cerise, qui sont persistantes, se comportent, avant leur chute, comme les feuilles de Châtaignier qui sont caduques. Il y a protéolyse active, suivie de migration des principes solubles qui en résultent. Elles perdent une partie de leur substance sèche, de l'azote, du phosphore, du potassium, probablement au profit des jeunes pousses en voie de développement; mais cette migration est moins accusée pour le Phosphore que dans les arbres à feuilles caduques; elle est nulle pour le Soufre.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *F. Fischer-Piette, R. Heim* et *R. Lami* (prés. par M. Mangin). — **Note préliminaire sur une maladie bactérienne des Zostères.**

En diverses régions, on a constaté une destruction rapide et presque totale des herbiers de *Zostera marina*. Cette disparition résulte d'une maladie à caractère épidémique. L'attaque des plantes se manifeste par l'apparition de macules au sommet des feuilles. Les plantes disparaissent par fragmentation. Les auteurs ont mis en évidence la présence d'une bactérie qu'ils ont pu cultiver. La pénétration du micro-organisme s'effectue au sommet des feuilles et sa propagation se fait au niveau des nervures par la voie des éléments vasculaires et fibreux.

ANATOMIE COMPARÉE. — *L. Bertin* (prés. par M. Caullery). — **Bases anatomiques de la classification des Poissons Apodes appartenant au sous-ordre des Lyomères.**

Les espèces étudiées appartiennent aux genres *Eurypharinx et Saccopharinx*; ces deux genres sont les types de familles distinctes dont il faut faire, soit un sous-ordre des Poissons Apodes, soit un ordre de la classe des Téléostéens. Ce sous-ordre est celui des Lyomères. Les familles des *Eurypharyngidés* et des *Saccopharyngidés*, réduites chacune à un seul genre, se différencient par le nombre des vertèbres et des branchies, par la structure du crâne et du squelette maxillaire, par la forme générale du corps, par la disposition des nageoires.

PHYSIOLOGIE. — *E. F. Terroine* et *M^lle G. Mourot* (prés. par M. d'Arsonval). — **La formation des composés puriques aux dépens des matières protéiques dans le métabolisme azoté endogène.**

Chez des Rats et des Cobayes ne recevant aucune alimentation, on retrouve dans les excréta et dans l'organisme au moment de la mort de la totalité de l'azote purique présente au moment de la mise à jeûne. La somme de l'azote purique des excréta et de l'organisme à la fin de l'inanition est toujours supérieure à la quantité d'azote purique existant au début dans l'organisme. Une partie de cet azote provient nécessairement de synthèses effectuées aux dépens des matières protéiques des tissus, quelle que soit leur origine : endogène ou exogène.

PHARMACOLOGIE. — *F. Mercier* et *J. Balansard*. — **Recherches chimiques et pharmacodynamiques sur les principes cardiotoxiques du Lombiry, *Cryptostegia Madagascariensis*.**

Les racines et les tiges de cette Arclépiadacée malgache renferment deux glycosides cardiotoniques différents. L'un, soluble dans l'eau, se rattache aux saponines. L'autre, insoluble dans l'eau, peut être considéré chimiquement comme un glycoside digitalique. Les deux principes ont des effets cardiotoniques comparables qualitativement et identifiables à ceux des glycosides digitaliques; mais le glycoside soluble présente une intérêt beaucoup moindre que le principe insoluble.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *H. Labbé* et *M. Rubinstein* (prés. par M. Ch. Richet). — **Aetion de l'adrénaline sur les échanges azotés.**

Après injection d'adrénaline chez des chiens en équilibre azoté et pondéral, la quantité d'azote éliminée par nycthémère est diminuée et cette diminution peut persister jusqu'au troisième jour. L'équilibre azoté atteint et conservé chez l'animal pour un taux d'alimentation déterminé est détruit du fait de l'introduction d'un excès d'adrénaline dans la circulation.

CHIMIE AGRICOLE. — *G. Bertrand* et *L. Silberstein*. — **Sur l'importance des sulfates comme engrais.**

La culture du Colza en présence de sulfate de sodium a donné par rapport aux témoins des rendements beaucoup plus élevés en ce qui concerne le poids des tiges et des feuilles, le nombre et le poids des sliiques, le poids des graines. Le poids des substances sèches totales et le poids des graines, rapportés à cent pieds a sensiblement doublé. En culture intensive, on devra donc ajouter une certaine proportion de sulfate d'ammoniaque, de sulfate de potasse, ou même de sulfate de chaux, aux engrais habituellement utilisés.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *J. Basset* et *M. A. Machebœuf* (prés. par M. Roux). — **Etude sur les effets biologiques des ultra-pressions: Résistance des bactéries, des diastases et des toxines aux pressions très élevées.**

Les bactéries non sporulées résistent à des pressions de 3.000 à 4.000 atmosphères; elles sont tuées à une pression de 6.000 atm. Certaines bactéries sporulées ont résisté à des pressions de 17.600 atm. La saccharase, la lactase voient leur activité atténuée pour des pressions de 9.000 atm., d'autant plus que la pression est plus élevée et agit plus longtemps. Les toxines microbiennes se comportent sensiblement comme les diastases. Le venin de cobra, la tuberculine, résistent à une pression de 13.500 atm. maintenue pendant 45 minutes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *M. et M^me G. S. Adain* et *M. et M^me J. Roche* (prés. par M. Desgrez). — **Recherches sur le poids moléculaire de la globine de diverses hémoglobines.**

On ne peut fixer de façon absolue le poids moléculaire de la globine et de la paraglobine; leurs poids moléculaire apparent, calculé à partir des pressions osmotiques, présente, à un pH donné, une valeur qui dépend de la concentration des solutions. Ces protéines sont, en effet, susceptibles de se polymériser, en formant des agrégats de nombres divers de molécules, dans des conditions où les autres protéines ne le font pas.

BIOCHIMIE COMPARÉE. — *Ch. Dhéré* (prés. par M. Joubin). — **Sur la porphyrine tégumentaire du *Lumbricus terrestris*.**

Les solvants neutres et même alcalins permettent d'extraire directement une porphyrine (protoporphyrine) de la peau du Lombric. Le pigment préexiste donc à l'état libre dans les téguments. Si l'on ne peut observer la fluorescence du pigment *in vivo*, c'est sans doute qu'elle existe en solution colloïdale incapable de donner cette fluorescence.

MÉDECINE. — *S. Turchini* (prés. par M. d'Arsonval). — **Effets remarquables de la diathermo-coagulalion dans les cancers des radiologistes atteints de radiodermites.**

A la veille d'être amputé du poignet à la suite de radiodermite en évolution, l'auteur a été soumis à la coagulation diathermique. Les lésions ont été cicatrisées et l'on a pu renoncer à l'amputation imminente avant le traitement.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Gravier représentera l'Académie au V^e Pacific Science Congress, à Victoria et Vancouver en juin 1933.

M. Maurice Leriche est élu Correspondant pour la Section de Minéralogie en remplacement de M. Durand de Grossouvre, décédé.

Institut international d'Etude des Radiations Solaires, Terrestres et Cosmiques. — Une Association internationale, ayant pour objet l'Etude des Radiations Solaires, Terrestres et Cosmiques vient d'être créée à Nice.

Les Radiations inconnues, au milieu desquelles nous vivons, semblent avoir une action biologique et pathologique dont les hommes, les animaux et les plantes doivent ressentir les effets.

L'objet de l'Association qui vient d'être créée est d'étudier ces effets et de rechercher les moyens de noter, de mesurer et d'inscrire ces Radiations inconnues, qui échap-

pent, à peu près complètement, à nos sens et à nos instruments usuels. L'Association mettra en relations les savants et les chercheurs désireux de connaître ces phénomènes. Un Bulletin sera publié indiquant ou résumant les recherches effectuées dans la plupart des Nations. L'Association tiendra, chaque année, des réunions dans des villes différentes. Le Siège social a été installé à Nice, en raison de la facilité d'observations que donne l'atmosphère particulièrement claire de cette région (55 journées d'observations solaires et stellaires, en janvier et février 1932).

Pour tous renseignements, écrire au Président de la Société Médicale, 24, rue Verdi, à Nice (France), qui répondra gratuitement à toutes demandes.

Le 70e anniversaire de M. E. de Margerie. — A l'occasion du 70e anniversaire d'Emmanuel de Margerie, 37 géologues américains se sont unis pour lui envoyer un message qui contient en particulier les phrases suivantes : « Quelques-uns de vos amis et collègues d'Amérique saisissent cette occasion de vous envoyer leurs souhaits d'au delà des mers. Nous sommes pleins d'estime pour votre connaissance de la géologie américaine. Nous apprécions votre intérêt généreux pour les études scientifiques de vos collègues américains ; et nous nous rappelons avec un plaisir particulier les jours où vous êtes venu apporter à notre pays les fruits si riches de votre mûre expérience. Aussi sommes-nous heureux de nous unir pour vous envoyer nos souhaits affectueux et nos vœux cordiaux de nombreuses années de santé pendant lesquelles vous puissiez jouir de la poursuite de vos propres travaux et de l'honneur et de la haute estime dont vous êtes entouré à travers le monde. » (« *Science* »).

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Institut Henri Poincaré.* — M. G. Darmois, Professeur à l'Université de Nancy, fera quatre conférences, les 6, 7, 13 et 14 février, à 16 heures, à l'Amphithéâtre Darboux (11, rue Pierre-Curie). Il traitera le sujet suivant : « Compléments du Cours de Statistique : Méthodes d'Estimation ».

Ecole Normsle Supérieure. — Concours de 1933. — Les épreuves écrites du concours de 1933, pour l'admission à l'Ecole Normale Supérieure et l'obtention des bourses de licence, sont fixées aux dates ci-après :

Section des Sciences.

Mardi 6 juin, de 8 à 14 heures. — Groupe I, mathématiques.

Mardi 6 juin, de 8 à 14 heures. — Groupes II et III, physique.

Mercredi 7 juin, de 8 à 14 heures. — Groupe I, physique.

Mercredi 7 juin, de 8 à 12 heures. — Groupe II et III, chimie.

Jeudi 8 juin, de 8 à 12 heures. — Groupe I, épreuve pratique de mathématiques.

Jeudi 8 juin, de 8 à 12 heures. — Groupe II, sciences naturelles.

Jeudi 8 juin, de 8 à 14 heures. — Groupe III, sciences naturelles.

Vendredi 9 juin, de 8 à 11 heures. — Groupes I, II, III, composition française.

Vendredi 9 juin, de 14 à 16 heures. — Groupes I, II, III, versions.

Samedi 10 juin, de 8 à 12 heures. — Groupe I et II, mathématiques.

Les épreuves écrites seront subies au chef-lieu des Académies où les candidats se seront faits inscrire, sauf en ce qui concerne les candidats de la régence de Tunis, autorisés à composer à Tunis, et les candidats de l'Académie d'Aix, autorisés à composer à Marseille.

Les programmes de mathématiques, de physique et de chimie du concours de 1933 (groupe I de la section des sciences) seront les mêmes que ceux du concours de 1933 pour l'admission à l'Ecole Polytechnique.

Le programme de français de la section des sciences (groupes I, II et III) sera le même que celui du concours de 1933 pour l'admission à l'Ecole Polytechnique.

Ces programmes ont été définis par une décision du Ministre de la Guerre, portée au « Journal officiel », n° 37, page 1643, du 13 février 1932.

N.e B. — La liste des candidats de la section des sciences admissibles aux épreuves orales sera affichée à l'Ecole Normale Supérieure, le mercredi 5 juillet, 17 heures. L'ordre dans lequel seront interrogés les candidats de Paris (groupe I) et les indications relatives aux examens et épreuves pratiques des groupes II et III seront affichés à l'Ecole, le mercredi 5 juillet, à 18 heures.

Les épreuves orales commenceront à l'école :

Le vendredi 7 juillet, à 7 heures, pour les candidats de l'Académie de Paris ;

Le lundi 10 juillet, à 7 heures, pour ceux des Académies de Besançon, Caen, Clermont, Dijon, Grenoble, Lille, Lyon, Nancy, Poitiers, Rennes, Strasbourg ;

Le jeudi 13 juillet, à 7 heures, pour ceux des Académies d'Aix, Alger, Bordeaux, Montpellier, Toulouse.

Cité Universitaire. — La Fondation Nationale de la Cité Universitaire de Paris vient d'annoncer l'ouverture de sa nouvelle Maison des Provinces de France, qui, comme toutes les autres Fondations s'offre à recevoir non seulement les étudiants de l'Université, mais les élèves des autres établissements et écoles de Paris, et, de façon plus générale, les jeunes gens qui poursuivent des études d'enseignement supérieur de tout ordre : littéraire, scientifique, technique, artistique, etc...

La Maison comprendra 324 chambres installées pour le travail dans les meilleures conditions de confort, et au prix mensuel de 200 francs (chauffage, éclairage, blanchissage et service compris).

Bien que la grande majorité soit des chambres de fondation, réservées aux bénéficiaires que désigneront les donateurs, celles qui restent disponibles permettront de donner satisfaction à un certain nombre de demandes qui n'avaient pu être accueillies jusqu'ici ou qui pourraient se formuler encore.

Qu'il s'agisse de demandes anciennes ou nouvelles, les intéressés sont invités à les confirmer ou à les adresser « le plus tôt possible au secrétariat de la Fondation Nationale », 29, rue Le Peletier, Paris (9e), qui les enregistrera en vue du travail d'attribution, lequel aura lieu incessamment.

Les Délégations financières de l'Algérie viennent d'accorder à la Cité Universitaire une subvention d'un million, pour la création de 20 chambres destinées en principe aux jeunes Algériens que leurs études particulières d'enseignement supérieur obligent à venir résider à Paris.

Ces chambres feront partie de la nouvelle Maison des Provinces de France, actuellement en voie d'achèvement et dont l'on prévoit l'ouverture pour le mois de janvier prochain.

Elles seront attribuées par les soins du Gouvernement.

général de l'Algérie à qui les intéressés peuvent adresser leur demande.

Cette création porte à 282 le nombre des chambres fondées à la Cité Universitaire de Paris.

Université de Bordeaux. — *Faculté des Sciences.* — M. G. Dupont, doyen, est renouvelé pour trois ans dans ses fonctions.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Tours. — La Ville de Tours a sollicité la transformation en Ecole de plein exercice de l'Ecole préparatoire en s'engageant à supporter les frais de cette transformation qui vient d'être réalisée par décret du Président de la République en date du 24 janvier 1933.

La nouvelle Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie comprend 17 chaires, savoir :

Une chaire d'anatomie.
Une chaire d'histologie.
Une chaire de physiologie.
Une chaire d'anatomie pathologique et bactériologie.
Une chaire de clinique médicale.
Une chaire de clinique chirurgicale.
Une chaire de clinique obstétricale.
Une chaire de clinique ophtalmologique.
Une chaire de clinique médicale infantile et pathologie médicale.
Une chaire de clinique chirurgicale infantile et pathologie chirurgicale.
Une chaire de thérapeutique.
Une chaire de médecine légale et médecine sociale.
Une chaire d'hygiène et hydrologie.
Une chaire de chimie générale.
Une chaire de physique.
Une chaire d'histoire naturelle.
Une chaire de pharmacie et matière médicale.
Quinze emplois de professeurs suppléants, savoir :
Anatomie.
Histologie.
Physiologie.
Pathologie médicale et médecine expérimentale.
Pathologie et clinique chirurgicale.
Anatomie pathologique et bactériologie.
Chimie (toxicologie et minéralogie).
Chimie analytique.
Chimie médicale.
Physique médicale.
Physique pharmaceutique.
Histoire naturelle zoologie).
Histoire naturelle (cryptogamie).
Pharmacie et matière médicale.
Parasitologie.
Quatre emplois de Chargés de cours, savoir :
Maladies cutanées et syphilitiques.
Neuro-psychiatrie.
Oto-rhino-laryngologie.
Stomatologie.
Douze emplois de Chefs de Travaux, savoir :
Anatomie.
Histologie.
Physiologie.
Anatomie pathologique et bactériologie.
Médecine opératoire et anatomie topographique.
Parasitologie.
Chimie générale.
Chimie médicale.
Physique.
Zoologie.
Botanique et micrographie.
Travaux pratiques de quatrième année de pharmacie.

Elle comprend, en outre :

4 chefs de clinique.
1 prosecteur.
1 aide d'anatomie.
1 préparateur de physiologie.
1 préparateur d'histologie.
1 préparateur de bactériologie.
1 préparateur d'anatomie pathologique.
4 préparateurs de chimie.
2 préparateurs de physique.
2 préparateurs d'histoire naturelle.
1 bibliothécaire, 1 secrétaire, 1 sténo-dactylographe.

Harvard University. — Les mathématiciens français apprendront, avec beaucoup de regrets, la mort à l'âge de cinquante-quatre ans du savant géomètre O. D. Kellog, qui a succombé à une crise cardiaque survenue en août dernier, au cours d'une ascension en montagne.

O. D. Kellog était Professeur à Harvard University depuis 1900. Il laisse une œuvre très importante, notamment son fameux ouvrage : « Foundation of the Potential Theory », publié à Berlin en 1929 et qui restera longtemps un élément essentiel de la documentation mondiale relative à toutes les questions se rattachant à l'équation de Laplace.

La mort prématurée de O. D. Kellog est une très grande perte pour la science et sera particulièrement ressentie en France où le grand mathématicien comptait de nombreux amis.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Caractéristiques des systèmes différentiels et propagation des ondes, par T. Lévi-Civita, Professeur à l'Université de Rome. Leçons rédigées par G. Lampariello et traduites par M. Marcel Brelot. In-12, 114 pages avec figures. Alcan, éditeur, Paris 1932. Prix : 20 francs.

Sous l'impulsion de son président M. Emile Picard et de son secrétaire général, M. Paul Gaultier, le *Comité pour l'expansion du livre scientifique* vient d'enrichir la documentation physico-mathématique d'un livre unique à la fois par la modicité de son prix, par sa bonne présentation, par sa simplicité, par son inestimable substance. L'exposé du savant Maître de l'Université de Rome reproduit ses conférences de 1930-31 sur un groupe de sujets dont l'importance s'affirme chaque jour plus considérable : ils tirent leur origine de l'œuvre d'Hugoniot et du prolongement essentiel que M. Hadamard a su lui donner, en révélant notamment l'affiliation entre propagation des ondes et caractéristiques des systèmes aux dérivées partielles. Cette découverte a décidé des progrès récents de la Physique théorique. Ici, sans rien sacrifier concernant la rigueur, l'auteur a su reprendre, avec un talent inégalé, les points essentiels de la théorie de M. Hadamard, en réduisant l'appareil analytique au strict minimum : il forme les équations définissant les variétés caractéristiques et il étudie les conditions de compatibilité avec une telle élégance algorithmique que toute impression de peine se trouve entièrement bannie. Ces généralités sont ensuite appliquées aux équations

particulières mises en œuvre dans divers domaines de la Physique (hydrodynamique, électromagnétisme...)

A côté de l'aspect ondulatoire d'un phénomène, livré par les caractéristiques, entre aussi en ligne de compte son aspect, envisagé du point de vue de l'émission corpusculaire. Les trajectoires de cette émission ou bicaractéristiques, dont l'obtention résulte d'une méthode de Cauchy relative aux équations du premier ordre, ont trouvé, dans l'étude actuelle, la place qu'elles méritaient. Celle-ci est très importante, en raison de l'appel fait par les récentes constructions de la Mécanique ondulatoire, à ce schéma qui engage dualistiquement ondes et rayons : à ce tournant, un simple coup de pouce, introduisant un terme où figure la constante de Planck, suffit pour ramener de l'équation d'Hamilton Jacobi, ou plutôt de celle dont elle détermine les caractéristiques, à une équation plus complexe (Schrödinger), qui gouverne une Mécanique située, relativement à la Mécanique classique, comme l'Optique physique l'est relativement à l'Optique géométrique.

La fidélité et la clarté de la traduction de M. Marcel Brelot, qui a complété le texte sur divers points (notes de M. Lampariello sur les ondes élastiques) achèvent de donner à ce beau livre un tour particulièrement heureux.

G. Bouligand.

Les effets électriques de la lumière, par P. Hémardinquer. In-8° de 104 pages avec 42 figures. Baillière éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Il y a longtemps qu'ont été réalisées les premières expériences permettant de traduire des variations lumineuses par des courants électriques ou inversement. Cependant jusqu'à l'apparition des lampes amplificatrices utilisées en T.S.F., les courants mis en jeu dans ces phénomènes étaient trop faibles pour pouvoir donner lieu à d'importantes applications pratiques. Il n'en est plus ainsi aujourd'hui, et M. Hémardinquer a pu écrire un livre extrêmement intéressant et tout d'actualité sur les effets électriques de la lumière, susceptible d'intéresser non seulement le grand public, mais encore de nombreux techniciens, qui puiseront dans la riche documentation de l'auteur d'utiles renseignements.

Après avoir rappelé quelques notions modernes sur la lumière, M. Hémardinquer expose le principe des nombreux dispositifs appelés cellules photoélectriques qui permettent de traduire en variations de courants les variations d'intensités lumineuses. Vient ensuite la description des modulateurs de lumière qui traduisent les oscillations électriques en ondulations lumineuses. L'auteur termine par l'exposé des principales applications des dispositifs précédents qui ont été faites à la télémécanique et au contrôle par la lumière, à la photométrie automatique, à la transmission des images et à la vision à travers le brouillard.

A. Bc.

Sur une forme plus restrictive des relations d'incertitude, d'après MM. Laindeau et Peierls, par M. L. de Broglie. In-8° de 24 pages. Hermann, éditeur, Paris, 1932. — Prix : 6 francs.

La librairie Hermann entreprend, sous la direction de M. L. de Broglie, la publication d'une série d'exposés relatifs à la physique théorique, destinée à servir de lien entre les mathématiciens, les théoriciens de la physique et les physiciens de laboratoire, pour appeler leur attention sur les travaux les plus importants récemment parus et leur signaler sur quels points des recherches auraient le plus de chances d'être fructueuses.

Dans le présent fascicule, qui est le premier de la série, MM. L. de Broglie, Destouches et George, donnent une analyse, accompagnée de commentaires, d'un récent mémoire de MM. Landau et Peierls qui a pour origine de pénétrantes remarques de M. Bohr et au cours duquel les auteurs ont montré que si l'on introduit dans la nouvelle mécanique les conceptions fondamentales de la relativité, on est amené à écrire des relations d'incertitude plus restrictives que celles de Heisenberg aussi bien pour les grandeurs électromagnétiques que pour les grandeurs mécaniques. « Cette circonstance, écrit M. L. de Broglie, semble imposer des limites au domaine de validité des méthodes usuellement employées dans la nouvelle mécanique et devoir jouer un grand rôle dans la théorie des phénomènes dont le noyau de l'atome est le siège ».

A. Bc.

Cours de physique générale (tome III), par H. Ollivier. In-8° de 806 pages avec 455 figures. Hermann, éditeur. Paris, 1932.

La troisième édition du tome III du « Cours de Physique Générale » que M. Ollivier offre au public a été profondément remanié par lui, de manière à tenir compte des progrès les plus importants réalisés en physique au cours de ces dernières années. Sans tomber dans le défaut qui consisterait à accorder trop d'importance à des nouveautés encore insuffisamment au point, M. Ollivier a su fort heureusement résumer ce qu'il y a d'essentiel dans les théories les plus modernes de la physique. C'est ainsi qu'on trouvera, dans son ouvrage, un chapitre sur la diffusion de la lumière et l'effet Raman, un autre sur les corps mésomorphes, un autre sur les ondes et les corpuscules, plusieurs chapitres sur l'effet optique du mouvement et les théories de la relativité qui s'y rattachent. Mais ces développements se relient tout naturellement à l'exposé des théories classiques.

L'ouvrage est divisé en quatre parties principales : 1° vibrations des systèmes et des milieux matériels, comportant en particulier l'étude de l'acoustique ; 2° l'optique physique, comprenant l'étude de la diffraction, des interférences, de l'optique cristalline, de la polarisation rotatoire ; 3° les oscillations électriques et l'électro-optique avec un chapitre sur les lampes thermo-ioniques et un autre sur la télégraphie et la téléphonie sans fil ; 4° les effets optiques du mouvement où l'on trouve des chapitres sur la vitesse de la lumière, l'aberration astronomique, les expériences de Sagnac, l'effet Doppler-Fizeau et les étoiles doubles.

L'auteur a eu l'heureuse idée d'intercaler dans le texte un certain nombre de problèmes accompagnés de leur solution, qui seront très appréciés des lecteurs. L'ouvrage est, en principe, destiné aux étudiants préparant le certificat de physique générale et l'agrégation des sciences physiques ; mais, comme ses devanciers, il rendra au moins autant de services aux professeurs et aux physiciens.

A. Bc.

Les méthodes de prévision du temps, par J. Rouch, capitaine de frégate, ancien chef du Service Météorologique des Armées et de la Marine. In-16 de 279 pages, nouvelle édition. (*Nouvelle collection scientifique Félix Alcan*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Dans ce livre, M. Rouch résume l'histoire de la Météorologie de l'antiquité à nos jours. Il examine d'abord les vieux proverbes, encore en usage dans nos provinces et dans la marine, dont quelques-uns renferment une part de vérité, mais dont la plupart n'ont pour eux que leur ancienneté. Passant ensuite en revue les tentatives infruc-

tueuses de prévsion locale, et les nombreuses règles qui en sont déduites, l'auteur arrive à l'étude de la météorologie contemporaine. Les espoirs immenses fondés sur l'étude des cartes synoptiques, malgré les résultats remarquables obtenus, n'ont pas été totalement satisfaits, d'autre part aucune théorie ne fournit de bonnes explications de tous les phénomènes. Tel est l'état actuel de la météorologie, si bien mis en relief par M. Rouch. Ch. F.

Etude et construction des lignes électriques aériennes, par Ch. Lavanchy, Docteur ès-sciences, ingénieur E. S. E. In-8° de 728 pages, 302 figures. (*Encyclopédie d'Electricité Industrielle*). J.-B. Baillière et fils, Paris 1932.

Lorsque seules, les lignes à basse tension étaient employées pour la distribution électrique, des études très sommaires suffisaient à leur calcul. Il n'en est plus de même, aujourd'hui, où les conditions économiques imposent le choix presque exclusif des hautes tensions. Les problèmes électriques soulevés par des phénomènes jusqu'alors ignorés ou négligés, tels que l'effet couronne, l'influence de la capacité des lignes, etc., furent étudiés plus soigneusement. D'autre part, la technique se développait d'une façon remarquable, permettant à l'ingénieur un choix beaucoup plus large de matériaux.

Le livre de M. Lavanchy se compose de trois parties.

La première se rapporte aux problèmes purement électriques soulevés par l'établissement des lignes à basse et haute tension, les réseaux de distribution, les surtensions, les isolateurs, etc...

Dans une seconde partie, les questions mécaniques sont résolues à leur tour (étude des règlements administratifs s'y rapportant, des charges supportées par les conducteurs, des supports, des lignes caténaires...)

Enfin les problèmes économiques du meilleur tracé à envisager, et des travaux à exécuter, trouvent place dans la troisième partie de l'ouvrage.

Ainsi ce livre parfaitement ordonné, où la clarté ne le cède en rien à la documentation, est la synthèse même du problème des lignes et permet le calcul détaillé des réseaux de distribution. Ch. F.

Ressources végétales du Sahara et de ses confins Nord et Sud, par Aug. Chevalier, Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, Chef de la Mission permanente d'études des Cultures et Jardins d'essais du Ministère des Colonies. In-8° de 256 pages. Ed. 1932 Muséum d'Histoire Naturelle. Laboratoire d'Agronomie coloniale, 57, rue Cuvier, Paris.

La Revue Scientifique a signalé en son temps le départ de la mission d'études, dirigée par M. Aug. Chevalier, qui vient de parcourir, de janvier à avril 1932, le Sahara, d'El Goléa à Gao, à travers le Gourara et le Touat (Adrar), le Tanezrouft, la colonie du Niger, de Niamey à l'Aïr et au Zinder, puis à Tombouctou et à Mopti, pour rejoindre Dakar par Ségou et Bamako.

On sait quel grand Africain et quel savant infatigable est M. Aug. Chevalier ; aussi attendait-on avec intérêt les premiers résultats de ses importantes recherches.

Déjà, depuis son retour, de nombreuses observations botaniques et agronomiques sur l'immense territoire parcouru ont été présentées dans des communications à l'Académie des Sciences, ou publiées dans la Revue de Botanique appliquée.

Dans ses numéros réunis de septembre et octobre 1932, p. 669-924, cette revue publie, sous la signature de M. Aug. Chevalier, une très attachante étude sur les Productions végétales du Sahara et de ses confins Nord et Sud — présent, passé, avenir, dont nous analyserons une à une les différentes parties.

La première est consacrée au Sahara, à sa végétation, son agriculture.

Cet immense désert, le plus vaste du globe, occupe plus du quart de la superficie totale de l'Afrique ; M. Aug. Chevalier, discutant les travaux précédents de R. Maire, Th. Monod, Lavauden, s'efforce d'en dégager les limites phytogéographiques. Les confins Nord et Sud appartiennent à la zone sahélienne, pays de steppes semi-désertiques, mais que la culture peut mettre en valeur par irrigation et dry-farming. L'assèchement progressif du Sahara, si nous n'en connaissons qu'insuffisamment l'évolution cyclique, ainsi que la plupart des causes, a été maintes fois signalé ; il semble qu'il résulte en partie tout au moins de la dégradation de la végétation par l'homme et par la transhumance des troupeaux. La vie s'est réfugiée dans les oasis qui se maintiennent par l'effort de l'homme.

Quant à l'agriculture saharienne, elle fut probablement florissante dans le passé. L'existence de populations sahariennes abondantes au Néolithique de la période Capsienne est démontrée par de nombreux vestiges.

La démarcation entre les Blancs du Nord et les Ethiopiens du Sud s'accentua avec l'assèchement du Sahara, et à une période agricole succéda une ère de nomadisme. Le début de la culture du Dattier marque certainement une époque capitale dans le développement de la civilisation saharienne, qui reçut de nombreuses influences égyptiennes. Mais le Sahara continue de se dessécher et de se dépeupler, si bien que sur 2 millions d'habitants du Sahara français, les deux tiers vivent en pasteurs nomades.

La deuxième partie du travail de M. Aug. Chevalier étudie successivement les principales cultures et produits végétaux du Sahara ; tout d'abord le Dattier, dont le fruit est à la base de l'alimentation des Sahariens et dont les palmeraies couvriraient plus de 100.000 ha ; puis ensuite le Palmier Doum, qui remplace le Dattier pour de nombreux usages.

Les céréales des régions subsahariennes et des oasis sont le Blé, l'Orge, le Maïs, les Sorghos, le Riz, dont un certain nombre de variétés sont probablement indigènes, le petit Mil, etc. De nombreux arbres fruitiers sont cultivés dans les oasis, ainsi que des plantes fourragères, des légumes, des condiments, des plantes à fibres textiles, etc., etc. De nombreuses indications sont données sur l'ancienneté de leurs cultures et leurs origines.

Les ressources ligneuses du Sahara sont également passées en revue : elles proviennent de plantes buissonnantes, principalement d'*Acacia tortilis* et de *Zizyphus jujuba*.

La troisième partie comprend une liste de plantes cultivées ou à cultiver ou spontanées et utiles du Sahara et de ses confins.

Dans sa conclusion, M. Aug. Chevalier étudie l'avenir agricole du Sahara.

Il faut se contenter pour le moment « d'élever quelques parties du désert à la dignité de terres habitables », et pour cela, notre action doit porter surtout sur la transformation progressive des habitudes sociales des Sahariens, le forage des puits et l'utilisation de toute l'eau disponible, l'extension des surfaces cultivées dans les oasis, l'amélioration des techniques agricoles, des pâturages sahariens, la liaison des oasis entre elles.

L. Hédin.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 4 — 71e ANNÉE — 25 FÉVRIER 1933

LES MESURES DANS LA TECHNIQUE MODERNE [1]

par P. FLEURY

Professeur à la Faculté des Sciences de Lille
Chargé du Cours de Métrologie au Conservatoire des Arts et Métiers

Devant une entreprise nouvelle, on se demande tout naturellement quelle en doit être l'utilité, quel est le but envisagé, et par quelles voies on espère l'atteindre. C'est à cette double question : pourquoi et comment l'enseignement que nous inaugurons a-t-il été conçu? — que je voudrais répondre dès cette première leçon. Cela m'amènera d'abord à vous rappeler le rôle fondamental des mesures dans la science et dans la technique moderne, puis à examiner les principaux problèmes qui se posent en métrologie, enfin à vous dire comment nous chercherons à vous mettre à même de résoudre autant que possible ces problèmes.

L'humanité n'a pu déterminer nettement les caractères du monde dans lequel elle vit, en trouver les lois, en prévoir l'évolution, que grâce à une évaluation suffisamment précise des phénomènes qu'elle observait. « *Si vous pouvez mesurer ce dont vous parlez*, disait le grand physicien anglais Lord Kelvin, *et l'exprimer*

(1) Leçon inaugurale du *Cours de Métrologie générale et industrielle* du Conservatoire National des Arts et Métiers (19 novembre 1932). Ce cours public, fondé par la Chambre de Commerce de Paris, a lieu chaque samedi, de 21 h. 15 à 22 h. 15. Le programme suivant indique les principaux sujets qui y sont traités :

PREMIÈRE ANNÉE (1932-33). Vingt leçons :

Généralités sur les mesures. — Unités, étalons. (Définitions légales, principaux systèmes). Erreurs et corrections. Interprétation des résultats, précision. Appareils mécaniques à calculer.

Mesures géométriques. — Longueurs (Mesures usuelles et mesures de précision, étalons à traits et à bouts; jauge et calibres; comparateurs des ateliers de mécanique). Angles. Surfaces. Volumes (Récipients jaugés; compteurs à eau, à gaz; distributeurs de liquides).

Mesures mécaniques. — Masses (Pesées usuelles et pesées de précision; balances automatiques; bascules). Densités. Temps, chronométrage. Vitesses (Tachymètres). Forces et couples. Essai des matériaux. Pressions. Travail et puissance.

DEUXIÈME ANNÉE :

Chaleur et thermodynamique. — Thermométrie (Echelles diverses; points fixes. Principaux types de thermomètres). Pyrométrie. Mesure des basses températures.

Calorimétrie (Appareils modernes). Echanges de chaleurs. Conductibilité thermique.

Acoustique. — Fréquence, intensité des sons. Leur transmission.

Optique. — Mesure des indices. Mesure des longueurs d'onde. Caractéristiques des instruments d'optique. Photométrie, spectrophotométrie, colorimétrie. Polarimétrie, Photoélasticimétrie.

Mesures utilisant les rayons X.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

par un nombre, vous savez quelque chose de votre sujet ; mais si vous ne pouvez pas le mesurer, si vous ne pouvez pas l'exprimer par un nombre, vos connaissances sont d'une bien pauvre espèce et bien peu satisfaisantes ». Bien des siècles auparavant, Pythagore, avait dit déjà sous une forme plus philosophique : « *Les nombres n'expriment pas seulement les lois du monde physique et moral, les rapports entre les faits : ils sont le principe même de ces lois, l'essence immanente des choses.* »

Beaucoup de mesures se présentent donc à nous comme une condition nécessaire du progrès des connaissances humaines. Chaque branche de la science étudie obligatoirement celles qui lui sont propres ; mais il en est bien d'autres dont le caractère est plus immédiatement utilitaire. La plupart des *transactions commerciales* sont basées sur une évaluation quantitative des objets échangés : aussi les législateurs ont-ils de tout temps attaché une importance essentielle au contrôle des instruments de mesure, d'où l'intérêt que présente pour chacun une connaissance au moins sommaire des lois et règlements, régissant les « Poids et Mesures ». En outre, la multiplicité des besoins et le développement du machinisme ont fait naître depuis quelques années beaucoup d'appareils nouveaux (balances automatiques, distributeurs d'essence, taximètres, et tant d'autres), que tous ceux qui s'en servent auraient un avantage évident à mieux connaître.

D'autre part, on tend de plus en plus à caractériser les qualités des matières premières ou des produits finis par des nombres, résultats de mesures : un lunetier n'achète pas de verres d'optique sans connaître leur indice de réfraction, et doit pouvoir indiquer la distance focale ou la puissance de ses lentilles ; les consommateurs d'huiles de graissage demandent aujourd'hui aux vendeurs des précisions sur la viscosité, le point de fusion de leurs lubrifiants ; les fabricants de plaques photographiques réclament avec insistance aux hommes de science, qui jusqu'ici n'ont pas résolu ce problème, un moyen de caractériser par quelques nombres d'interprétation facile la sensibilité de leurs émulsions, etc...

Dans toutes les industries, d'ailleurs, on a reconnu que pour rendre le travail plus facile et plus économique, tout en améliorant les produits obtenus, il convenait de substituer aux vieux procédés empiriques des méthodes systématiques, qui impliquent généralement des mesures précises presque à chaque stade de la fabrication. La production en grande série, notamment, exige des pièces interchangeables, donc de dimensions et de propriétés mécaniques strictement déterminées... Pour prendre un autre exemple, la réussite d'une cuisson de produits céramiques ou d'une coulée métallurgique ne doit plus dépendre désormais de l'expérience d'un vieux contremaître, mais de l'emploi judicieux d'un pyromètre repérant la température du four.

Voici une balance qui permet d'évaluer de façon continue le poids par mètre courant d'un rouleau de papier, d'un tube de caoutchouc, etc... au fur et à mesure de la fabrication, et par suite de contrôler son homogénéité. En voici d'autres servant à déterminer rapidement la résistance des fibres textiles, — à régler l'équilibrage des cannes de golf, — et même à déterminer la proportion d'air introduite dans les crèmes glacées au cours de la fabrication — proposition qui, dans certains Etats où la réglementation est déjà très avancée, ne doit pas dépasser un maximum prévu par la loi !

N'oublions pas enfin qu'un dernier rôle très important de certains instruments de mesure est de commander le fonctionnement de beaucoup d'*appareils automatiques*, tels que ceux qui servent au contrôle de l'alimentation des chaudières, par exemple.

Nous voyons donc que la nécessité de mesures de plus en plus nombreuses et diverses s'impose à notre époque aux techniciens comme aux savants. Or, faire une bonne mesure est une chose difficile et demande une suffisante formation préalable. Au Bureau International des Poids et Mesures, et dans certains laboratoires métrologiques nationaux, on a pu obtenir dans quelques cas une précision tout à fait remarquable ; comparer deux masses de 1 kg. à 1 centième de milligramme près, et deux longueurs de 1 mètre à 1 ou 2 dix-millièmes de mm. près : si on pouvait mesurer avec la même exactitude le tour de la terre — 40.000 km., — on le connaîtrait à quelques mètres près ! Mais ces résultats n'ont été obtenus qu'au prix de longues années de travail, par des métrologistes de grande expérience, utilisant les appareils les plus perfectionnés, dans des locaux dont la situation et l'agencement ont été spécialement prévus... Nous sommes là bien loin, pensez-vous, des conditions de l'industrie. Cela est vrai, le plus souvent, mais, il est des cas où les besoins de la technique exigent — nous le verrons — la même précision que les recherches scientifiques les plus délicates.

Et d'ailleurs, même si l'on peut se contenter de mesures faites à 1 o/o près, ou plus grossières encore, elles exigent toujours un minimum de précautions. Une pesée a été préparée sur cette balance : cette feuille de papier pèse environ 32 centigrammes et une surcharge de 5 mgr. ne fait, comme vous le voyez, varier que d'une division la position du fléau ; la balance est assez peu sensible, elle est d'ailleurs dans une cage vitrée qui la protège contre les courants d'air. Approchons une lampe pour

compter nos masses marquées : voici l'équilibre rompu, parce que certaines parties de notre installation se sont échauffées plus que d'autres. Si la lampe avait été là dès le début, notre mesure aurait donc été notablement faussée...

Autre exemple : dans ce circuit électrique sont disposés uniquement, avec la source de courant, un rhéostat et deux ampèremètres : ceux-ci ne donnent pas la même indication, — l'un au moins est donc faux. Et d'ailleurs, si je retourne le rhéostat, tandis que le premier appareil ne varie pas, vous voyez le second indiquer 19 ampères au lieu de 14 tout à l'heure. C'est que cet ampèremètre à aimant mobile, qui est pourtant de bonne fabrication, est d'après son principe même perturbé par les champs magnétiques extérieurs, il faut donc le protéger contre ceux-ci pour en obtenir des résultats acceptables !

D'une façon générale, toute bonne mesure exige de la réflexion, des connaissances, une suffisante adresse expérimentale, et souvent beaucoup de patience ! Ces qualités personnelles sont primordiales : un bon expérimentateur obtient parfois avec un appareil médiocre de meilleurs résultats qu'un observateur sans pratique avec de puissants moyens. C'est cette compétence qui peut permettre de choisir en connaissance de cause, parmi les divers appareils qu'offrent les constructeurs, celui qui rendra le plus de services, — de le réparer au besoin, ou même d'y déceler éventuellement un « truquage » de ceux à qui il a été confié, — ou encore d'organiser au besoin, avec un matériel improvisé, et à peu de frais, une mesure sommaire, mais pourtant instructive... Car pour travailler utilement, il n'est pas toujours nécessaire, heureusement ! de dépenser de grosses sommes en achat d'instruments luxueux.

Pour voir comment peut s'acquérir l'expérience du métrologiste, nous allons examiner sommairement *les principaux problèmes qui peuvent se poser* à propos d'une mesure tant soit peu complexe. Il faut évidemment avant tout déterminer dans chaque entreprise ou chaque laboratoire *quelles sont les mesures indispensables ou tout au moins utiles*, en n'oubliant pas que bien souvent la complication apparente qu'elles introduisent est amplement compensée par les avantages qu'elles apportent. (Economies résultant d'un travail contrôlé, suppression du coulage, etc...).

Il faut ensuite évaluer le degré *d'exactitude* ou tout au moins de *reproductibilité* attendu de chaque mesure. Il convient ici de rappeler quelques définitions : mesurer une grandeur, c'est la comparer à une grandeur de même espèce prise pour unité, c'est voir combien de fois elle contient l'unité ou une partie déterminée de celle-ci. On compare parfois *directement* l'objet à mesurer à des *étalons* dont la grandeur est elle-même bien connue en fonction de l'unité. On opère alors par juxtaposition (mesures usuelles de longueurs), ou par substitution (comme dans la mesure des masses par la méthode dite de double pesée). Mais plus souvent la valeur cherchée se déduit d'un certain nombre de mesures différentes, à l'aide d'une formule exprimant soit la définition même de la grandeur étudiée, soit une loi bien établie. C'est ainsi que la grandeur d'une surface s'évalue d'après une ou plusieurs mesures de longueurs.

Dans tous les cas, à cause des imperfections de nos appareils et de nos sens, le résultat obtenu n'est jamais rigoureusement exact. Un instrument (ou une méthode) de mesure est dit d'autant plus *sensible* que les indications observées varient davantage pour une même variation (petite et bien déterminée) de la grandeur étudiée. Il est d'autre part *fidèle* si, dans les limites de sa sensibilité il conduit toujours au même résultat lorsqu'on mesure à différentes reprises la même grandeur.

La sensibilité d'une balance s'évaluera, par exemple, d'après la masse de la plus petite surcharge produisant une déviation appréciable du fléau. Mais si les trois couteaux ne sont pas rigoureusement parallèles, le résultat d'une pesée dépend de la position des masses dans les plateaux, l'appareil n'est pas fidèle bien qu'il puisse être très sensible ! On peut souvent amplifier la sensibilité par une méthode optique (en observant la pièce mobile à l'aide d'un microscope), ou mécanique (par des systèmes de leviers), etc...: on ne gagne plus rien à le faire dès qu'on a atteint les limites de fidélité de l'appareil.

Le manque de sensibilité et de fidélité introduit dans les résultats, une dispersion correspondant à l'existence d'erreurs qui sont dites *accidentelles*. Elles sont dûes à des causes agissant tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre... Mais d'autre part, un résultat de mesure est parfois bien reproductible et cependant inexact : il peut en effet être faussé toujours de la même façon au cours d'expériences successives, par des causes d'erreurs dites *systématiques*. C'est ce qui arrive si on emploie des étalons de comparaison faux (par exemple un mètre en bois qui s'est contracté depuis sa fabrication), si on se sert sans contrôle d'un thermomètre dont le zéro s'est déplacé, etc...

Dans certains cas, d'ailleurs, la connaissance d'un *repère* précis, quoique inexact, peut suffire, notamment quand on veut reproduire dans des conditions toujours identiques une opération déterminée. C'est ainsi qu'on peut, d'après la différence des pressions entre deux points d'une canalisation, repérer le débit du courant gazeux qui y circule, sans le connaître

exactement. Un pyromètre non étalonné permettra de même de repérer la température optimum d'une trempe, etc... On doit alors employer toujours les mêmes appareils de contrôle. Mais il est plus sûr, quand on le peut, de chercher des résultats *absolus*, immédiatement comparables à ceux qui pourraient être obtenus dans d'autres circonstances, et avec d'autres instruments.

Avant toute mesure, il convient donc de *choisir la méthode et les appareils* à employer, d'après leur sensibilité, leur fidélité et leur exactitude. Mais il faut aussi tenir compte de leur rapidité, de leur commodité, du nombre et des aptitudes du personnel nécessaire pour les utiliser, enfin du prix de revient d'installation et d'entretien... Les appareils enregistreurs, notamment, permettent de réduire la main-d'œuvre, et parfois d'étudier certains phénomènes à variation rapide inaccessibles à l'observation directe ; mais ils demandent un contrôle particulièrement sévère.

Suivant le cas, l'une ou l'autre des qualités que nous venons d'envisager, et qui sont souvent contradictoires, aura une importance prépondérante. Il est parfois inutile de rechercher une grande précision, soit qu'on n'ait besoin que d'un résultat approximatif, soit à cause des fluctuations irrégulières de la grandeur à mesurer ; ce cas se présente au tailleur qui mesure le tour de poitrine de son client : il doit se contenter de le faire au centimètre près, son mètre en ruban, quoique peu fidèle, y convient parfaitement. Mais dans les fabrications d'organes de machines, c'est à 1 ou 2 centièmes de mm. seulement que sont réduites les tolérances ; le contrôle des dimensions se fait alors souvent à l'aide de vérificateurs à maximum et minimum tels que celui-ci : la pièce à vérifier doit entrer tout juste dans l'une des ouvertures, et ne pas entrer dans l'autre, qui a un diamètre très légèrement inférieur. Ces *calibres* sont des instruments de mesure en apparence très simples, mais dont l'établissement et l'usage nécessitent (particulièrement en ce qui concerne les températures), des précautions que nous indiquerons ultérieurement.

La précision du 1/100e de mm. est elle-même insuffisante dans d'autres cas, notamment pour la fabrication et le montage des lentilles constituant les instruments d'optique : il faut alors effectuer des mesures au 1/100.000e de mm. près, parfois, et pour cela faire appel à des méthodes interférentielles que leur complication semblait bien devoir réserver aux seuls laboratoires scientifiques...

La méthode une fois choisie, et ses possibilités soigneusement étudiées, on procède à l'installation des appareils de façon que les mesures soient possibles, commodes et sûres. Il faut assurer aux pièces mobiles toute la liberté nécessaire ; l'observateur (c'est un point très important) aura autant que possible sous la main toutes les pièces auxquelles il doit toucher, sous les yeux toutes celles qu'il doit observer : toute cause de fatigue inutile ralentirait son travail et diminuerait la valeur de ses mesures. D'autre part, on s'efforcera de mettre les appareils à l'abri des actions diverses pouvant diminuer leur fidélité : trépidations, courants d'air, variations de température, champs magnétiques, etc.

Il est donc généralement nécessaire (c'est une partie essentielle de toute mesure sérieuse) d'évaluer *a priori* ou par des expériences spéciales l'influence possible des diverses actions perturbatrices et de voir jusqu'à quel point on devra y remédier. S'il est difficile ou impossible de les éliminer, on peut souvent en tenir compte en affectant le résultat brut de mesure d'une certaine *correction*. (Par exemple, si on prétend faire une pesée à 1/1.000e près, on doit calculer l'influence de la poussée de l'air, ce qui oblige parfois à mesurer sa température, sa pression et son état hygrométrique...). Bien entendu il est absurde de faire certaines petites corrections quand on en néglige qui sont beaucoup plus importantes : dans une mesure thermométrique, l'incertitude qui subsiste parfois sur la correction dite « de colonne émergente » rend généralement bien inutiles les corrections relatives à la compression du mercure par lui-même, aux variations de la pression atmosphérique, etc...

Le réglage terminé, les corrections évaluées, on peut procéder aux mesures proprement dites : elles consistent habituellement à suivre le déplacement d'une partie de l'appareil ou le changement de position d'un objet jusqu'à obtention d'un résultat déterminé : on cherche à rendre égales deux grandeurs observées simultanément (par exemple deux éclairements), ou bien on observe l'instant de la disparition d'un certain phénomène, ce qui peut se faire souvent avec une grande sensibilité (on dit qu'on emploie alors une *méthode de zéro*) ou encore (cas fréquent) on amène en coïncidence deux traits ou deux points, etc...

Ce résultat obtenu, on procède à une *lecture* : on note la position d'un index devant une échelle graduée, on décompte des masses, des nombres de tours, etc... La lecture donne souvent lieu à une *interpolation* : on doit, dans bien des cas, évaluer à l'estime la position d'un index qui n'est pas exactement sur l'une des divisions de son échelle. Si celles-ci ne sont pas équidistantes, l'interpolation est particulièrement délicate. (Par exemple, dans le cas de la figure 1, on doit lire non pas 8,5, mais 8,3 seulement). Si d'autre part l'index n'est pas dans le plan même de la graduation, l'indication lue varie avec la position de l'œil (figure 2). On évite cette « erreur de parallaxe » en s'arran-

geant pour que le rayon visuel soit (par exemple), toujours perpendiculaire au plan de l'échelle. Pour faire des lectures correctes, il faut donc beaucoup d'attention et d'habitude.

Aussitôt faites, les lectures doivent être *enregistrées*, de préférence sur un cahier et non sur une feuille volante. Il faut noter le plus clairement possible : la grandeur à mesurer, la méthode, le lieu et la date de l'observation, parfois même l'instant précis de chaque mesure ;

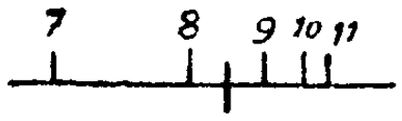


Fig. 1.

— éventuellement la température ambiante, la pression, l'état hygrométrique de l'air, enfin tous les facteurs qui peuvent avoir une influence directe ou indirecte sur le résultat.

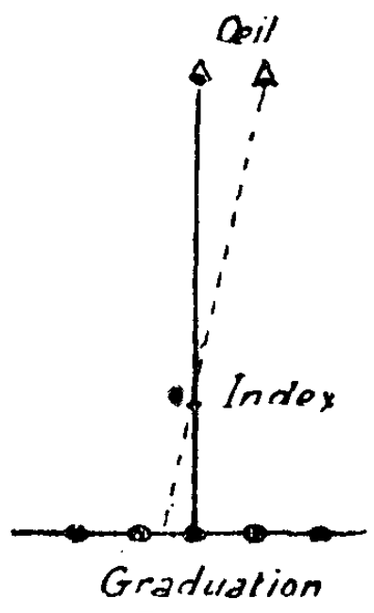


Fig. 2.

L'oubli d'un de ces points diminue parfois considérablement les possibilités d'utilisation ultérieure des résultats obtenus.

Cela fait, il faut autant qu'on le peut améliorer ceux-ci et évaluer leur précision : ce que doit fournir une mesure sérieuse, ce n'est pas simplement un nombre, ce sont *les limites inférieure et supérieure entre lesquelles est certainement ou très probablement comprise la grandeur à mesurer*. On notera à cet effet le degré de sensibilité des divers appareils employés ; puis on devra autant que possible *recommencer ses mesures* (d'abord sans rien changer, puis en modifiant les conditions de l'expérience, les appareils et même la méthode) : cela demande souvent peu de temps, et augmente beaucoup la valeur des résultats.

En recommençant ainsi, on met parfois en évidence des facteurs perturbateurs insoupçonnés au début (comme dans notre expérience avec cet ampèremètre). On pourra dans certains cas corriger complètement ou partiellement l'influence de ces facteurs, en les faisant agir successivement en sens opposés, et en prenant la moyenne des indications obtenues.

Toutes les fois qu'on le peut, on doit faire des *mesures croisées*. Voici ce que cela veut dire : soit à déterminer, par exemple, l'influence de l'échauffement d'une tige métallique sur sa longueur : on mesurera celle-ci d'abord à froid, puis à chaud, puis de nouveau à froid (disons à 0°, puis à 100°, puis à 0°). Si dans le dernier cas le résultat diffère nettement de celui obtenu dans le premier, c'est sans doute qu'une modification de structure du fil s'est produite entre temps, il est indispensable d'en tenir compte.

Enfin quand on utilise un instrument directement gradué en fonction de l'unité : dynamomètre, ampèremètre, luxmètre, etc..., il est d'élémentaire prudence de *contrôler souvent* (en particulier au début et à la fin de chaque importante série de mesures) *son étalonnage*, en regardant quelle indication il fournit sous l'action de grandeurs (forces, intensités de courants, éclairements...) connues avec certitude.

Il ne reste plus qu'à utiliser les résultats d'expériences bruts ou corrigés : ils s'introduisent souvent dans une formule au moyen de laquelle on calcule la grandeur à mesurer : ainsi, une densité se déduit de plusieurs pesées. On prendra comme règle de ne pas accumuler un grand nombre de résultats expérimentaux sans faire les calculs correspondants, — car ces derniers fournissent souvent des indications importantes sur les défauts des premières mesures et les perfectionnements possibles. Comment conduire ces calculs *avec méthode, rapidité et sécurité*, comment évaluer le résultat « le plus probable » d'une série de mesures, c'est ce que nous étudierons en détail dans la prochaine leçon.

Nous y verrons aussi comment le degré plus ou moins grand d'incertitude, c'est-à-dire l'erreur possible sur le résultat, peut se déduire des erreurs possibles sur les diverses mesures partielles, et d'autre part quels services on peut attendre d'une représentation graphique bien choisie, quand on a mesuré plusieurs grandeurs qui dépendent les unes des autres.

Bien entendu, les divers problèmes que nous venons de passer en revue ne se présentent pas tous à propos de chaque mesure ; mais ils ont tous leur importance. Nous les examinerons au fur et à mesure des besoins, en cherchant toujours à mettre en évidence les *principes*, les idées générales, et les rapports qui peuvent exister entre les diverses questions successivement étudiées.

Tel auditeur s'intéressant particulièrement aux mesures de température, se rendra compte (nous l'espérons) que, pour les exécuter d'une façon convenable, il doit aussi acquérir une

connaissance suffisante de la technique des mesures de longueur (la réciproque est d'ailleurs vraie). Et tel autre s'avisera peut être (nous le souhaitons) qu'il aurait le plus grand intérêt à introduire, dans ses usines ou magasins, des contrôles métrologiques dont nous aurons indiqué l'utilisation dans des entreprises de nature très différente.

Il semble donc qu'un enseignement de la technique des mesures, entrant dans le détail des diverses applications pratiques, mais reposant sur une étude d'ensemble des principes essentiels, corresponde actuellement à une besoin. Le *programme* de ce cours vous a été communiqué ; son développement sera naturellement limité, mais pour le compléter, nous tiendrons à la disposition des intéressés, une *documentation* aussi complète, aussi à jour que possible, pour la constitution de laquelle nous faisons appel, non seulement aux constructeurs d'instruments de mesure, mais encore à tous ceux qui sont appelés à les utiliser.

Convaincus d'autre part, qu'aucune instruction théorique n'est pleinement féconde sans l'appui de l'expérience, nous illustrerons ce cours de démonstrations soignées, et surtout nous désirons organiser dès cette année des séances de travaux pratiques et des visites d'usines.

Nous espérons qu'un enseignement ainsi conçu, de caractère élevé bien qu'orienté en vue des besoins pratiques, reposant sur les bases scientifiques les plus solides tout en évitant de faire appel à des notions préalables trop spéciales, pourra rendre tous les services en vue desquels la Chambre de Commerce de Paris et le Conservatoire National des Arts et Métiers ont voulu l'organiser.

LES INDIGENES DES VILLES MAROCAINES

par L. JOLEAUD

Professeur à la Sorbonne

Lorsqu'il y a aujourd'hui vingt-cinq ans, la France établit son protectorat sur l'Empire chérifien, le Maroc comptait déjà d'importantes cités, dont quatre capitales ou villes « makhzenia », Rabat, Meknès, Fès, Marrakech, possédant toutes un palais du sultan : dans les deux dernières, dites la capitale du Nord et la capitale du Sud, résidait, en l'absence du Sultan, un « khalifa », un vicaire de l'empereur. Rabat est aujourd'hui la demeure habituelle du souverain et Casablanca, depuis notre occupation, possède aussi un palais impérial. D'autre part, dans l'esprit des indigènes se sont toujours opposées en quelque sorte les unes aux autres, les populations citadines des villes « hadria », Rabat et Salé, Fès, Tétouan, et celles des villes campagnardes, villes « bedouia », telles que Marrakech. Dans la ville « hadria » était prépondérante l'influence des Andalous, les descendants des Maures chassés jadis d'Espagne ; en ville bédouine, dominaient au contraire les gens originaires des montagnes voisines, dont les ancêtres berbères s'étaient établis sur place depuis un plus ou moins grand nombre de générations.

Notre installation au Maroc a déplacé la zone axiale du développement urbain de l'Empire chérifien en le transposant de l'intérieur, de Fès et de Marrakech, sur le littoral atlantique, à Rabat et surtout à Casablanca. L'épanouissement prodigieusement rapide de cette dernière ville a exercé incontestablement une certaine influence sur la psychologie du milieu citadin indigène au Moghreb : les modalités de cette action, telle qu'on peut tenter de les discerner dès aujourd'hui, sont particulièrement intéressantes au point de vue de l'évolution sociale contemporaine en Afrique du Nord.

L'histoire locale de Fès et celle de Marrakech rendent parfaitement compte de la différence d'origine et par suite de mentalité qui se révèle entre les populations urbaines des diverses villes anciennes du Maroc. Tétouan peut être envisagée comme une réplique de Fès en miniature et Meknès comme une Marrakech installée en pays Nord-marocain. Enfin le développement actuel de Rabat-Salé et de Casablanca nous fait voir deux aspects de la société citadine chérifienne moderne.

* *

La fondation musulmane de Fès remonte à l'an 800 environ. Auparavant la plaine de Fès, le Saïs, comptait déjà des cités et des châteaux berbères, que les historiens nous signalent,

mais dont rien ne subsiste aujourd'hui dans le pays. Fès même était alors une bourgade de boutiquiers juifs, comme aujourd'hui Sefrou : certaines traditions attribuent même aux grands bourgeois fasis une origine punique. Tout à l'entour de la capitale actuelle, les descendants des antiques Libyens pratiquaient encore l'animisme, mélangé de conceptions dues à l'influence des religions juive et chrétienne. D'ailleurs immédiatement au Nord de Fès, dans les reliefs du Prérif, les populations conservent toujours profondément marquée l'empreinte de leur très antique passé. Les deux rochers qui

Fig. 1. — Bolichocépale de Fès (J. Bourrilly).

dominent la plus importante ville du Maroc septentrional, le « Zalarh » et la « Tarhat », le Bouc et la Chèvre, par leurs dénominations berbères empruntées au règne animal, révèlent la persistance, aux portes mêmes de la grande cité andalouse, de formes toponymiques caractéristiques du monde libyque. La même origine se retrouve dans le nom de « Lemta » donné aux gens du pays montagneux qui, du « Zalarh » et de la « Tarhat », s'avance en direction du Rif : « lemt » est aussi un mot berbère désignant, sous des formes diverses, une antilope saharienne. Le nom de « Lemtine » subsiste d'ailleurs comme appellation d'un des huit cantons de Fès. Sans doute le « lemt » était-il dans l'antiquité le totem de Berbères venus du Sahara, qui peuplent aujourd'hui la région fasie septentrionale et une partie même de la ville. Toutes ces dénominations libyques d'animaux se trouvaient d'ailleurs déjà dans la terminologie géographique nord-africaine aux temps de l'Antiquité classique et du Moyen-Age.

La ville de Fès, lors de sa fondation islamique au IXe siècle, comprenait deux cités : 1° Adaouat el Andalous, dont la population originelle, provenant des groupements berbères autochtones, avait été renforcée par l'apport de 8.000 familles expulsées d'Espagne ; 2° Adaouat el Karouiine, où se concentraient les Arabes récemment installés dans la contrée et en outre un contingent de 3.000 familles de Kairouan. Les noms de ces deux cités révèlent la prédominance exercée ici, dès ce moment, par les Musulmans venus d'Andalousie et de Kairouan. Mais la masse des citadins fasis n'en demeurait pas moins de sang berbère, alors comme aujourd'hui.

De nouveaux convois de gens d'Espagne furent amenés à Fès par les souverains Almoravides aux XIe-XIIe siècles. Cependant la ville s'agrandit surtout aux XIVe-XVe siècles sous le règne des Mérénides : à l'Adaouat el Andalous et à l'Adaouat el Karouiine, groupées désormais sous le nom de « Fès el Bali », la vieille Fès, fut adjointe une Fès nouvelle « Fès Djedid », où s'installèrent le makhzen, la garde chrétienne, les archers Syriens, enfin les Juifs, qui durent alors quitter le fondouk el Ihoudi de Fès el Bali, pour le nouveau « mellah » de Fès Djedid.

Devenue la ville la plus importante du Moghreb, peuplée déjà de 125.000 âmes, Fès était notamment alors le siège d'une université islamique de réputation mondiale.

Le fond de la population de la plaine du Sud de Fès subit, au cours des XVIIe-XIXe siècles, l'adjonction d'abord des tribus guich ou makhzen des Cheraga au XVIIe siècle, gens de l'Est recrutés en Algérie, puis des Oudaïa au XVIIIe siècle et enfin des Cherarda au XIXe siècle, Arabes hilaliens venus par le Sahara et les plaines du Sud : tous ces éléments contribuèrent aussi au peuplement de Fès Djedid.

Aujourd'hui Fès el Bali, la « Médina », la

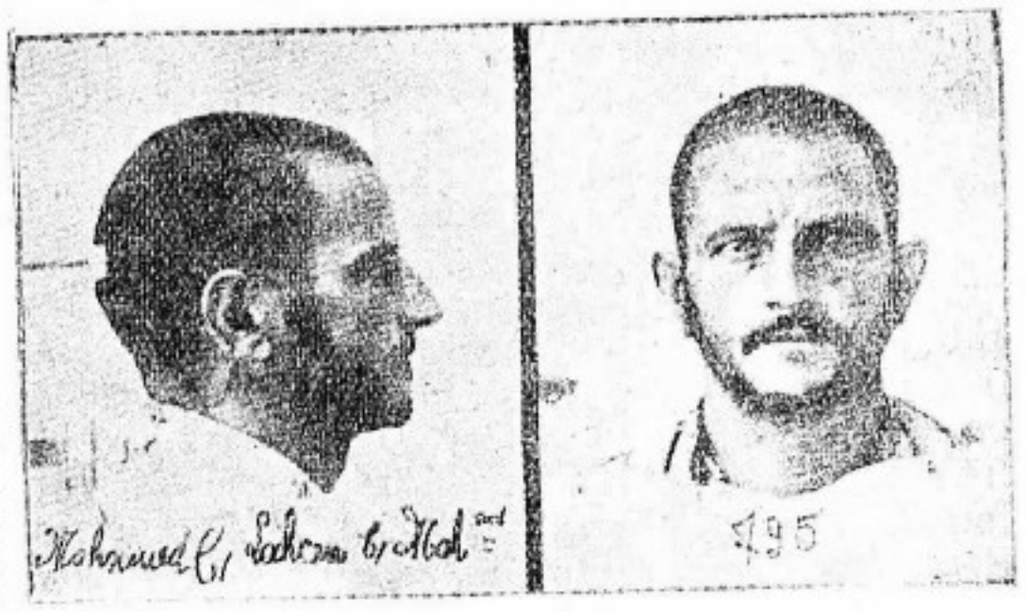


Fig. 2. — Mésaticéphale de Rabat (J. Bourrilly)

« Ville », foyer de l'instruction, du commerce et de l'industrie du vieux Maroc, a sa population de fins lettrés, de riches négociants et d'artisans maures, originaire d'Espagne, encore imprégnée de la culture andalouse et vivant d'ailleurs très repliée sur elle-même, formant une bourgeoisie presque impossible à pénétrer, telle que Léon l'Africain nous la décrit au XVIe siècle. Mais à côté de la vieille ville a grandi Fès Djedid, où sont installés les descendants des anciens « mokhazenis », des gens du guich,

avec de nombreux Sahariens et Nègres, enfin des Juifs berbères, auxquels se sont adjoints nombre de leurs coreligionnaires en provenance d'Espagne. Cependant qu'ainsi les ruraux apprivoisés par la paix française, envahissent le grand foyer occidental du monde musulman, la Fès des tolbas de l'Université de Karaouiine délègue derrière nos troupes les plus distingués des élèves de ses médersas pour prêcher la mission civilisatrice de l'islam jusque dans les coins les plus reculés de l'Atlas.

Le pays de Fès comportait, lors de la fondation musulmane de la ville, de nombreuses tribus de religion juive, dont la trace subsiste, parmi les éléments islamisés, chez les Fasi de Fès, chez les Behloula des environs de Sefrou, chez les Rhiata de la région de Taza, et parmi les groupements israélites modernes, dans les mellahs de Fès, Sefrou, Taza, Debdou : en ces dernières localités, l'ancien stock humain judaïco-berbère a été partiellement subjugué par un apport hébraïco-ibérique, surtout reconnaissable dans le monde des rabbins et des

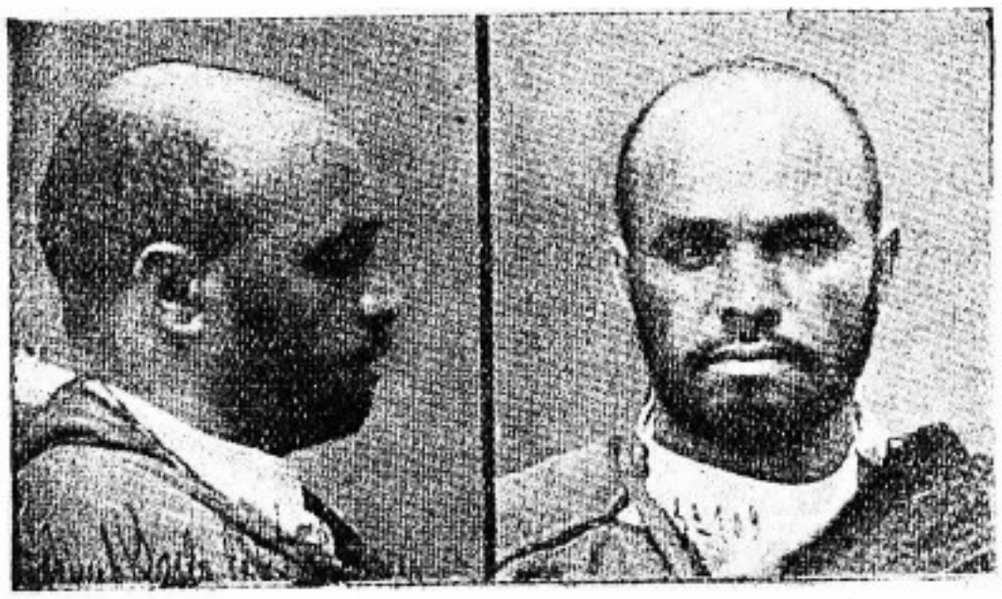


Fig. 3. — Brachycéphale du Sud-Marocain (J. Bourrilly).

grandes familles, mais qui a largement répandu autour de lui, la langue, les coutumes, les costumes des Israélites espagnols. Des survivances de rites agraires par magie sympathique se retrouvent dans ces milieux d'origine juive, surtout à la campagne : ainsi par exemple chez les Beni Mahsen de la tribu des Rhiata, aux fêtes d'automne en rapport avec la nuit de l'erreur ou du renouveau, c'est un Juif de Taza qui verse rituellement le liquide sur le plat de couscous, image de l'année de vie qui commence.

Dans le Moyen Atlas, aux confins du Maroc oriental, comme dans la ville même de Fès, subsiste donc la trace des Berbères « juifs », dont le vieux fond autochtone est masqué par des éléments plus ou moins tardivement venus d'Espagne. Par cette voie s'est exercée, sur le judaïsme marocain, une influence d'origine hispanique, qui n'est pas sans rappeler celle des Andalous en milieu islamisé ; l'emprise de cette influence s'est traduite dans les deux cas, sur la langue et sur la religion, contre les parlers et les coutumes magiques berbères.

La persistance de vieilles traditions libyques, qui ne s'harmonisent vraiment pas avec l'islam rigide du prosélytisme andalou, subsiste en effet aussi vivace à Fès que partout au Maroc. Le « moussem », la réjouissance publique, en l'honneur de Sidi Ali Bou Rhaleb, au cimetière de Bab Fetouh, en plein Fès el Bali, commémore la cérémonie saisonnière du dépiquage des céréales : or auprès du cénotaphe de cet Andalou, ancien professeur à l'Université de Fès, un jujubier porte, accrochés à ses branches, quantité de chiffons et de touffes de cheveux, témoins sans cesse renouvelés de la superstition des femmes de la ville. La fête d'origine agraire du « Sultan des tolbas », c'est-à-dire du chef des étudiants des médersas, qui a lieu au printemps chaque année, consiste en un défilé de carnaval dans Fès même et en une promenade aux environs de la ville sur les bords de l'oued : l'origine de cette fête, suivant la tradition populaire, remonterait à la victoire du sultan Moulay er Rechid sur le chef juif Ibn Mechal, dominateur des montagnes de la contrée. Dans la banlieue de Fès, chez les Lemta, le moussem de Sidi Ahmed el Bernoussi, en mai, s'accompagne de manifestations des sectes aïssaoua et hamadcha : Sidi Ahmed el Bernoussi, que les gens de Fès tiennent pour le protecteur de leur cité, était d'ailleurs un Berbère des Brânès. Toujours aux environs de Fès, le moussem de Moulay Yacoub, du noble Jacob, réunit aussi en mai les indigènes de toute la région aux alentours d'un petit village berbère. Ainsi donc les réjouissances publiques fasies, même celles en liaison plus ou moins directe avec l'Université musulmane de Fès, sont des manifestations de magie sympathique printanière, portant parfois même encore quelque peu la trace d'une influence de l'ancien judaïsme local.

Au cours de ces dernières années, Fès a recouvré un chiffre de population voisin de celui de jadis et compte environ 112.500 habitants, dont 90.000 musulmans, 7.800 israélites, 14.000 Européens. Devenue géographiquement la grande cité du Maroc septentrional, elle reste historiquement le principal centre politique, économique et religieux de tout le milieu indigène cultivé du Moghreb : elle en est la seule ville qui possède un « mejless el Baladi », un conseil municipal de ville, en partie élu par les musulmans, les Juifs de Fès nommant de même un mejless israélite. Mais la capitale du Maroc du Nord n'en demeure pas moins intimement unie psychologiquement et socialement à la campagne berbère qui l'entoure et dont elle n'est, en quelque sorte, qu'une émanation, en un site privilégié, où l'empreinte andalouse s'est montrée particulièrement efficiente vis-à-vis d'un

peuple autochtone au traditionnalisme extraordinairement tenace.

*
* *

Marrakech est, comme Fès, édifiée à la limite d'un pays de plaines et d'un pays de montagnes : mais tandis que la plaine du Saïs est située au Sud de Fès, la plaine du Haouz se trouve au Nord de Marrakech ; inversement les montagnes du Prérif s'élèvent au Nord de Fès et le Haut Atlas se dresse au Sud de Marrakech. Les Berbères de ces diverses contrées offrent des caractères assez différents les uns des autres, malgré les mélanges de races qu'ils ont subi au cours des siècles : les habitants du pays de Fès sont originellement des Senhadja des montagnes, comme une partie des Rifains, les gens du Moyen Atlas et les Zemmour ; ceux de la région de Marrakech sont des Masmouda, également descendus des montagnes, hôtes du pays s'étendant du Haut Atlas à l'Anti Atlas, où ils forment aujourd'hui le groupe des Chleuhs,

Fig. 4. — Groupe de Rehamna du Haouz de Marrakech.

dont les nombreuses fractions devraient traditionnellement leur origine à la dissociation d'un bloc berbère jadis enrichi par le commerce punique : ce bloc aurait d'ailleurs aussi contribué largement au peuplement du Maroc atlantique (Haha, Abda, Doukkala, Chaouia, Rharb, Djebala, Ghomara). Le très vieux stock de population qui semble ainsi autochtone a été submergé, dans les plaines surtout, d'une part, au Nord et à l'Est du Moghreb, par les Zénètes, qui se sont notamment implantés à Fès, sous le nom de Meknassa, à la fin du IX^e^ siècle, d'autre part, au Sud et à l'Ouest du Maroc, par les Senhadja du désert, qui, sous la dénomination d'Almoravides, fondèrent Marrakech, à la fin du XI^e^ siècle : ce second stock berbère a été, plus que le premier, arabisé par les contingents hilaliens du XI^e^ siècle, de l'amalat d'Oudjda à la région Tangéroise et au Haouz.

Le Haouz en particulier est ainsi habité aujourd'hui par une dizaine de groupes ethniques d'origines diverses, mais où de vieilles traditions berbères sont parfaitement conservées, comme l'a si bien mis en lumière Edmond Doutté : tel est le cas par exemple de la prostitution en usage à la « zaouia », sorte de monastère musulman, de Sidi Rehal. De petits noyaux

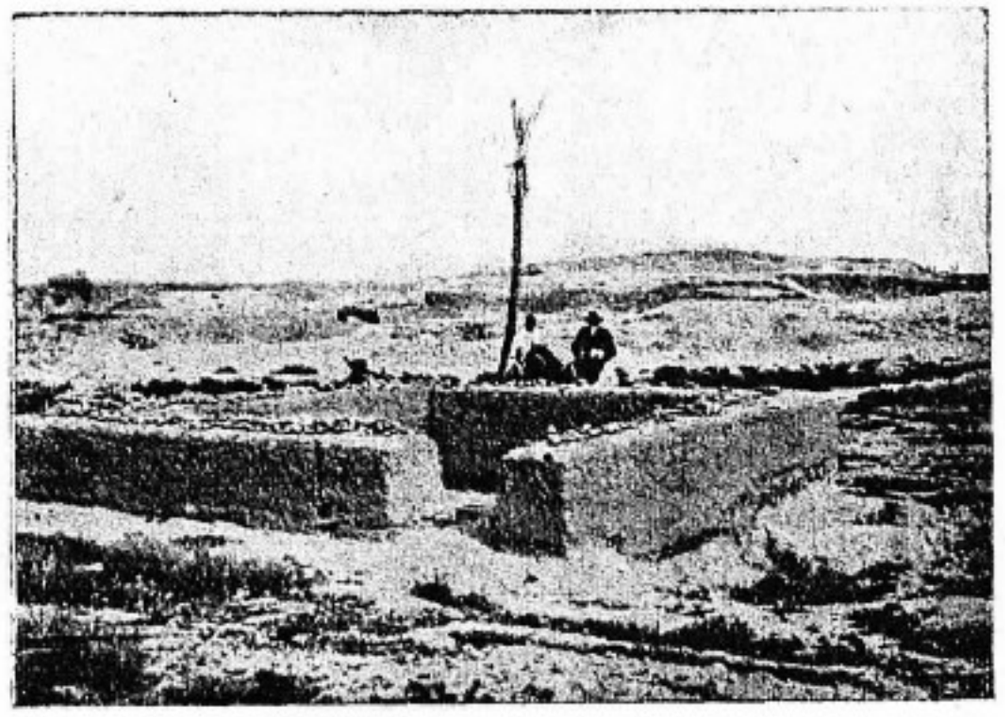


Fig. 5. — Enceinte sacrée de Sidi Ali e·h Cheffâj près de Bâb Armât à Marrakech, aux murailles couvertes de petites pyramides de pierres, de « kerkour » édifiées par les pèlerins ayant bu de l'eau aux propriétés merveilleuses, du puits creusé près de la porte et s'étant ensuite rendus pour prier à la koubba voisine : accommodation des vieilles pratiques de magie berbère des tas de cailloux sacrés, au rite islamique de la visite des sanctuaires, qui assure la prospérité (E. Doutté).

de Juifs berbères subsistent d'ailleurs en un certain nombre de localités de la plaine, à Sidi Rehal notamment. Le Haut Atlas est demeuré un pays chleuh, où s'exerçait largement hier encore le pouvoir absolu du Glaoui, du Goundafi, du Mtougui, et où subsistaient encore, au milieu du territoire de ces potentats, les républiques indépendantes des Seksaoua ou des Ida ou Tanan : la population exclusivement berbère de ces montagnes compte toujours des éléments indigènes judaïsés.

Comme dans le Moyen Atlas au Midi de Fès, dans le Haouz, le Haut Atlas et les plateaux du Sahara marocain, au Sud de Marrakech, subsistent de nombreuses communautés juives berbères. Les plus archaïques, complètement autochtones, se trouvent dans le pays Glaoua, à Taroudant, et dans les oasis des oueds Draa ou Noun, avec, il est vrai, un cachet ethnique un peu différent dans l'Atlas et au Sahara. A Agadir, Mogador, Marrakech et même à Demnat,

un certain apport d'origine espagnol est discernable dans les mellahs. A Demnat en particulier, presqu'un tiers de la population pratique le mosaïsme et un peu plus des deux tiers l'islam : encore s'agit-il ici, dans les deux cas, de religions qui ne sont guère qu'un vernis plus ou moins superficiel. Les « Ahel Demnat », les gens de Demnat en berbère, professent un tout particulier attachement au culte des grottes, comme d'ailleurs tous les autochtones marocains : juifs et musulmans fréquentent ici assidument l'Imin Ifri et égorgent traditionnellement en cette caverne un taureau noir le jour du moussem.

D'ailleurs les influences juives ont joué un rôle important au Maroc lors de la formation de sectes musulmanes du Rif (Ghomara) et des régions atlantiques moyennes (Berghouata) jusqu'au XI[e] siècle et même plus tard. Dans le Moyen Atlas, Zénètes et Senhadja, dans le Haut Atlas et l'Anti Atlas, Masmouda et Guezoula, afin d'échapper à l'emprise de l'islam, se firent passer, à tort ou à raison, comme pratiquant le mosaïsme jusqu'au XVI[e] siècle, si bien qu'aujourd'hui nombre de tribus qui se targuent d'orthodoxie musulmane, n'en sont pas moins tenues comme d'origine juive : dans ces groupements humains, à l'heure actuelle en tous cas, se sont spécialement maintenues les traditions berbères magiques et un riche folklore très archaïque.

Les dominateurs du Maroc, pendant la deuxième moitié du Moyen Age, établirent souvent leurs capitales en divers points du Haouz ou du Haut Atlas : les chefs Masmouda et les souverains Almoravides résidaient aux VIII-IX[es] siècles, à Arhmat, immédiatement au Sud-Est de Marrakech ; de même les empereurs Almohades s'installèrent tout d'abord, au XII[e] siècle, à Tinmal, au Sud-Ouest de Marrakech.

Hier encore le Glaoui et le Goundafi avaient leur centre d'action, leur « kasba », plus haut dans la montagne, le premier au Sud-Est, le second au Sud-Ouest de Marrakech. Leurs méthodes de commandement étaient un héritage indirect des gouvernements moyenâgeux des Almoravides et des Almohades. D'ailleurs si les Almoravides étaient des Senhadja du désert installés tardivement dans le Maroc méridional, les Almohades furent des Masmouda autochtones du Haut Atlas.

Dans la région de Marrakech, plus peut-être que partout ailleurs au Maroc, subsiste le contraste, aux abords d'une grande ville, de plaines formant le bled makhzen, pays soumis au régime d'un sultanat demeuré jusqu'à hier encore au stade de l'empire d'Occident d'Europe, et de montagnes, où certaines vallées dépendaient de véritables tyrans, au sens grec du mot, et où d'autres zones plus ou moins déprimées, constituant le bled siba par excellence, le pays insoumis, correspondaient à de lilliputiennes républiques fédératives, n'ayant dans bien des cas, comme unique lien de centralisation, qu'un magasin collectif, un agadir, et demeuré donc en un état voisin de celui que présentaient nos pays à l'Age du Bronze.

La cité musulmane de Marrakech, qui remonte elle-même à 1062 de notre ère, fut édifiée entièrement par les Almoravides venus des confins du Sahara et du Sénégal-Soudan : elle doit à cette origine son caractère de cité soudanaise. La cour almoravide fit de sa capitale une ville très prospère et même luxueuse, si on en croit les prédicateurs des insurgés almohades de l'époque. Par un curieux retour de fortune, c'est de Marrakech que partirent, à la fin du XIII[e] siècle, les Sultans Mérinides pour conquérir le Sous, le Tafilalet, le Draa et pousser leurs expéditions jusqu'à Tombouctou. Mais par la suite, la réaction musulmane devait amener au pouvoir des descendants du prophète, d'abord des chérifs du Draa, les Saadiens, puis des chérifs du Tafilalet, les Alaouites (XVIII-XIX[es] siècles) : bien qu'originaires du Sahara, ils résideront désormais de préférence à Meknès ou à Fès, villes dans lesquelles s'implantent dès lors des populations de teinte foncée et des Nègres, comme les Senhadja en avaient établis auparavant à Marrakech.

La capitale du Maroc méridional demeure, en même temps que la cité la plus peuplée de l'empire chérifien, celle qui compte le plus grand nombre d'adeptes de l'islam : en ces derniers temps, le nombre de ses habitants indigènes a fortement augmenté, grâce à la prospérité liée au développement de notre protectorat. Marrakech abrite aujourd'hui 164.700 musulmans et 21.600 juifs, à côté desquels vivent 8.800 Européens, au total 195.000 personnes demeurant constamment dans la ville, plus une population flottante de 20.000 campagnards indigènes de la plaine et de la montagne. Parmi les musulmans se trouvent bien quelques descendants de Maures andalous, mais ils sont complètement noyés dans un flot sans cesse renouvelé de Rehamna du Haouz, de Chleuhs du Haut Atlas, de Draoua, de gens du Dadès et du Sahara marocain ; nombreux sont aussi les vrais Nègres, au point que le sang noir domine dans des familles puissantes, comme chez le Glaoui : aucun préjugé de couleur n'existe ici et aucune trace de dégradation psychique ne permet de comparer les mulâtres marocains fils d'esclaves, aux Noirs d'Amérique.

Grandiose cité soudanaise, faite d'innombrables maisons basses en terre battue rouge, la « Medina » de Marrakech, la ville de « Maroc » des vieux auteurs, laisse voir l'âme de sa vie tous les soirs à « Djemaa el Fna », à la réunion des trépassés, à l'endroit où étaient jadis accrochées aux murs de la ville les têtes des rebelles :

là conteurs, bouffons, acrobates, lutteurs, charmeurs de serpents, danseurs, musiciens, tiennent en haleine, depuis le coucher du soleil jusqu'à une heure avancée de la nuit, de nombreux citadins, comme des campagnards chleuhs descendus de la montagne pour quelques jours, attirés par la ville de plaisirs et d'affaires que domine la « Koutoubia », la mosquée des libraires. Si des boutiques de marchands de livres animèrent autrefois, selon la tradition, les abords immédiats de cette djemaa, témoignage de culture musulmane, cependant les boules d'or qui orneraient la flèche du minaret de cette mosquée, sont, d'après le sentiment populaire, protégées contre les voleurs par une conjuration magique. Ainsi s'affirme ici encore, comme partout au Maroc, la juxtaposition constante de l'islam et d'un vieux fond païen de pensée berbère, le premier se montrant incapable de masquer efficacement le second.

Les vergers, consistant surtout en vastes olivettes, et les jardins des abords de Marrakech

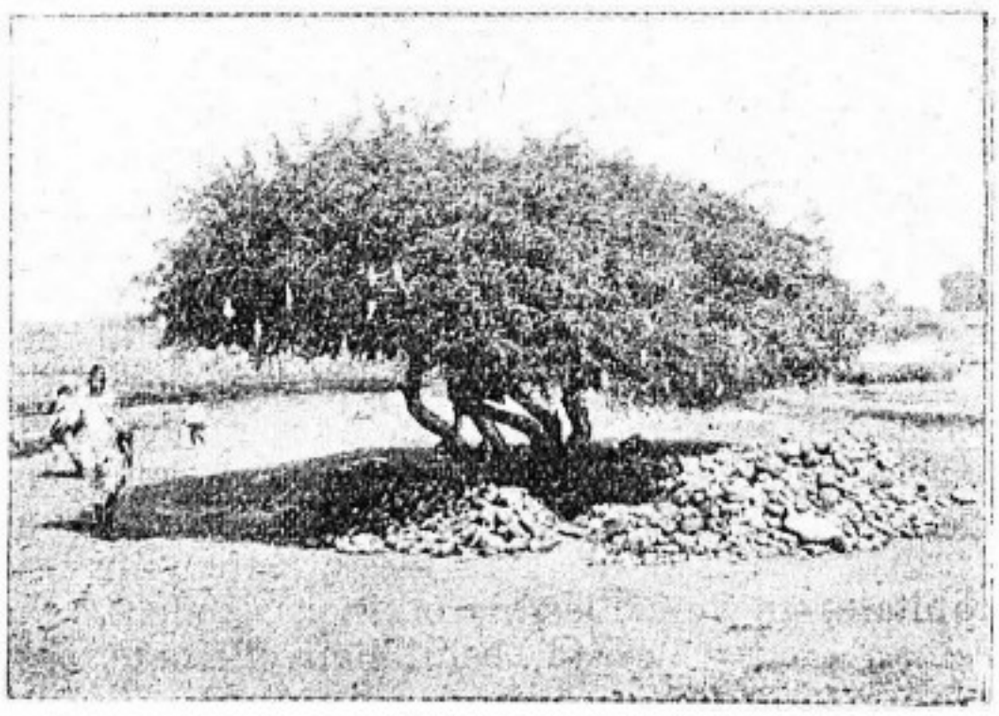


Fig. 6. — Arbres avec ex-voto et tas de pierres sacrés près de Sidi Youcef ben Ali, à Marrakech : la coutume d'accrocher aux branches des morceaux d'étoffes noués se réfère au rite magique berbère du transfert des maux de l'humanité aux végétaux, comme l'usage de jeter des pierres sur un tas déjà existant implique l'expulsion d'un mal en un lieu, sanctifié secondairement par l'islam. (E. Doutté.)

ont été créés par les Almohades et leurs successeurs, jusque et y compris les Alaouites. Ce serait même seulement sous ces derniers qu'aurait été plantée la palmeraie. Le développement des uns et des autres s'est effectué grâce à l'extension donnée au réseau des guettara, canalisations creusées souterrainement de mains d'homme et drainant les eaux du Haouz venues du pied du Haut Atlas : cette œuvre considérable, tout à fait comparable au travail d'édification des foggaras par les sédentaires des oasis, révèle bien l'origine saharienne de la technique culturale marrakechie.

Ainsi tout apparaît comme créé par l'énergie humaine à Marrakech : palmeraie, olivettes, ressources en eau font des environs de la ville un milieu artificiel entourant une capitale, que seule pouvait songer à ériger, en pleine steppe subdésertique, la volonté d'un pouvoir temporel né au Sahara et utilisant surtout la constance de labeur des Berbères chleuhs, demeurés à un stade de civilisation assez arriéré.

Encore aujourd'hui est donc manifeste l'opposition de la capitale du Nord, de la Fès citadine, et de la capitale du Sud, de la Marrakech bédouine. Mais il ne faut pas se méprendre sur le caractère superficiel de cette opposition. La couche sociale des Andalous de Fès est une pellicule qui a recouvert un vieux fond berbère. Les apports moghrebins successifs ont par la suite surtout amené ici encore des Berbères, plus ou moins partiellement arabisés, ainsi que des stocks importants de Sahariens et de Nègres, dont l'influence à Fès Djedid, pour tout différente de celle des Maures à Fès el Bali, n'en est pas moins socialement importante. Le milieu indigène de Fès comporte donc les mêmes éléments principaux que la population de Marrakech, montagnards berbères, additionnés de plus ou moins large stocks de Sahariens et de

Fig. 7. — Les nouaras, manèges verticaux très appréciés des indigènes dans les villes marocaines les jours de fêtes. (Safi.)

Nègres, la psychologie des uns et des autres étant dominée par des pratiques magiques.

***

L'opposition qui se manifeste entre les caractères des populations de Fès et de Marrakech, existe également entre les habitants de Tétouan et de Meknès, villes qui jouent aussi, dans une certaine mesure, le rôle de capitales du Maroc indigène.

Tétouan est la résidence du khalifa chérifien pour le protectorat espagnol, en même temps que celle du résident général de la République espagnole. Installée sur l'emplacement de l'ancienne Tamuda numide, qui était encore au XI[e] siècle une cité berbère, cette ville devint dès la fin de ce siècle une « hadria » musulmane et reçut en 1492 un contingent important de musulmans de Grenade chassés d'Espagne, ainsi qu'un groupe de juifs expulsés de Portugal. Tétouan, qui compte aujourd'hui 30.500 musulmans, 11.500 israélites et 17.000 Européens, est donc, comme Fès, une cité andalouse superposée à un vieux fond berbère.

***

Au centre de la région de Meknès se dresse le djebel Zerhoun, au pied duquel se trouvait déjà, aux temps de l'occupation romaine, la principale ville de la Mauritanie tingitane intérieure, Volubilis, l'Oulili libyque : centre au VIII[e] siècle de la tribu berbère des Aouraba, qui comptaient alors, nous disent les chroniqueurs arabes, des païens, des chrétiens et des juifs, ce bourg vit se fonder à l'intérieur de ses murs le premier royaume arabe de Berbérie, dont la capitale fut ensuite transportée à Fès.

Le Zerhoun, aux très vieilles olivettes, aux nombreux vignobles et aux vergers de poiriers, pommiers, citronniers, foyer historique de l'autonomie marocaine, a conservé jusqu'aujourd'hui sa population berbère autochtone, de caractère et de parler rifains au Nord, d'origine Senhadja du Moyen Atlas, mais devenue arabophone au Sud, partout à peine islamisée. Ce massif montagneux abrite les zaouïas mères des sectes musulmanes des Hamadcha et des Drhourhia : la légende raconte que le fondateur de cette dernière confrérie, Sidi Ahmed ed Rhourhi se frappa la tête avec des pierres, lorsqu'il apprit la mort de son maître Sidi Ali Ben Hamadouchi, l'initiateur du premier de ces ordres. Aussi les adeptes des deux sectes ont-ils pris l'habitude de se mutiler la tête au moyen de haches et de massues: il est bien évident que nous sommes là en présence de traditions excessivement anciennes, remontant à une époque où haches et massues de pierre étaient encore en usage dans la contrée. Les cinq grandes fêtes saisonnières, qui coupent le rythme annuel du labeur des autochtones du djebel Zerhoun, se succèdent entre les différentes phases de la vie agricole, labour, récolte des olives, fabrication de l'huile, moisson, vendange, travaux d'hiver : leur tradition est maintenue par l'islam, personnifié ici par les innombrables marabouts de Moulay Idris, qui emploient leur pouvoir religieux à maintenir les croyances naturistes et les cultes hétérodoxes des Berbères. 30.000 pélerins viennent en ces lieux chaque année participer au principal moussem du Zerhoun, à la fête printanière, qui se célèbre en mai ou en juin, entre la période de fabrication de l'huile et de la moisson : ici comme à Fès, les cérémonies saisonnières dominent donc le cycle vital du milieu indigène « mahométan ».

Sur l'emplacement actuel de Meknès s'élevaient autrefois une série de bourgs berbères. Par la suite une importante fraction zénète, les Meknassa, qui dominait le Maroc oriental au VIII[e] siècle, fonda une série de « ribats », sortes de couvents militaires : « Meknassa ez Zitoun », la Meknès aux oliviers, aujourd'hui Meknès ; « Meknassa Taza », maintenant Taza ; « Sidjilmissa », sur les rives de l'oued Ziz, au Tafilalet. A l'heure présente, le pays au Nord de Taza demeure le dernier grand foyer Meknassa, avec les localités de « Meknassa Tahtania », la Meknassia d'en bas des Beni Sittène et de « Meknassia Foukania », la Meknassia d'en haut des Beni Ali. Au XI[e] siècle, les Almoravides construisirent au centre de la Meknès moderne, la forteresse de « Tagrart », mais ce fut seulement au XVII[e] siècle que Moulay Ismaïl, sultan contemporain de Louis XIV, fit de cette ville une capitale, un Versailles marocain : le guich arabe remanié des Cheraga, celui nouvellement créé des Oudaïa, la célèbre garde des Nègres « bouakher », enfin de nombreux captifs chrétiens furent installés à Meknès, le fond du peuplement du pays à l'entour demeurant d'origine autochtone.

Meknès, qui compte désormais 57.000 habitants (36.500 musulmans, 7.700 israélites, 12.800 Européens), possède encore de nos jours un vieux stock de population berbère, en partie très polissé et profondément islamisé du fait de la présence de nombreux « chérifs » ou descendants du prophète. Les Meknassi sont commerçants, artisans ou agriculteurs. Plusieurs milliers de Nègres, ayant pour ancêtres les anciens soldats de la garde noire de Moulay Ismaïl, y sont cantonnés dans un faubourg, tandis que dans une autre banlieue demeure toute une population de Berbères sahariens du Haut Guir, reste d'un ancien guich installé ici à la fin du XIX[e] siècle. Aux environs, vers le Sud, subsistent les douars des Guerouan, autres Berbères

amenés du Tafilalet au début du XVII[e] siècle : ils sont concentrés aux alentours d'Agouraï, bourg qui serait peuplé par la postérité d'esclaves chrétiens. Enfin dans la ville même, le mellah offre un fond d'autochtones, auquel est venu se joindre un contingent de Juifs d'origine espagnole.

A Bab Djedid, porte toute proche du cénotaphe de Ben Aïssa, sont installés à Meknès, les bateleurs, conteurs, charmeurs de serpents, qui opèrent là à l'instar de ceux de la Djemaa el

Fig. 8. — Musiciens juifs dans une rue à Marrakech.

Fna de Marrakech. Le grand patron de la cité est Ben Aïssa, fondateur de la confrérie des Aïssaoua, secte célèbre par ses rites sauvages d'essence berbère, dont les adeptes absorbent des reptiles, des scorpions, des végétaux épineux, des plantes vénéneuses, évoquant ainsi peut-être l'assimilation par ingestion d'anciens totems chamitiques très connus, naja, scorpion.

Les scènes du moussem aïssaoua à Meknès traduisent bien, au moins par certains traits, le caractère culturel négro-africain des cérémonies berbères. Secrètement chaque néophyte, homme ou femme, a reçu lors de son agrégation à la confrérie, un nom d'animal, dont il doit désormais imiter les mœurs et les manières, au cours des cérémonies rituelles : les diverses bêtes, mâles et femelles, ainsi représentées dans les fêtes, sont les images d'anciens clans. Le principal officient est en principe un noir de grande taille, que suivent des hommes masqués, des femmes et même des enfants : tous se jettent avidement sur des moutons fraîchement égorgés, se baignant les pieds dans le sang des victimes ; ils y trempent leurs mains pour en maculer ensuite leurs vêtements, et vont même jusqu'à se coucher sur le corps des bêtes sacrifiées, après en avoir arraché les viscères pour s'en couvrir la tête. En fait, ce sont des frères animaux, qui déchirent ainsi, puis dévorent de jour (jamais de nuit, car l'aïssaoua a horreur du noir, qui est un ancien tabou), les ovins jetés vivants en pâture aux sectateurs ; ceux-ci en prenant soin de conserver sept jours sur eux le sang des animaux violent une des règles élémentaires de l'islam. De telles cérémonies se réfèrent de toute évidence à de très vieilles coutumes magiques de la Berbérie, évoquées peut-être déjà par certaines images rupestres de bêliers du Sud marocain ou algérien.

*
* *

Meknès, Tétouan et surtout Marrakech, Fès sont d'anciennes villes importantes de l'intérieur ; mais notre débarquement sur la côte atlantique a conféré la prépondérance politique à Rabat, la maîtrise économique à Casablanca, localités du littoral océanique. De même jadis les Romains, puis les Byzantins avaient choisis comme capitales des cités du rivage méditerranéen : Tanger aujourd'hui port international de 62.000 habitants (35.000 musulmans, 10.000 juifs, 17.000 Européens) et ensuite Ceuta, la plus importante presidio, partie intégrante du territoire métropolitain, d'ailleurs entièrement peuplée d'Espagnols maintenant, au nombre de

Fig. 9. — Mazagan, magicien et musiciens nègres.

50.000. Des deux grandes cités modernes du Moghreb, au contraire, l'une, Rabat, est une ville indigène complètement réorganisée et considérablement accrue grâce à notre action, l'autre, Casablanca, est une création entièrement française, où nos protégés affluent en nombre de plus en plus considérable chaque jour.

Rabat et Casablanca sont situées dans une même région naturelle, appelée jadis le Tamesna et placée par sa situation géographique entre les royaumes de Fès et de Marrakech :

peuplée par l'importante tribu berbère des Berghouata, étroitement apparentés aux Masmouda, elle avait pour capitale Anfa, aujourd'hui Casablanca, et pour principale ville Chella, maintenant Rabat. Déjà bien organisé avant la conquête arabe, le Tamesna résista aux envahisseurs ; islamisé par la suite, ce pays eut son prophète, qui traduisit le Coran en berbère. Sur le territoire des Berghouata furent successivement établis par les souverains marocains, à la fin du XII^e^ siècle, des Arabes de Tunisie, au XIV^e^ siècle des Berbères Zénètes et Haouara, confondus sous le nom de « Chaouia », pasteurs. Par la suite Anfa, puis Rabat furent le siège de petites républiques indépendantes de corsaires, ce qui est bien en harmonie avec la mentalité berbère marocaine.

La fondation musulmane de Salé, ville jumelle de Rabat, sur la rive opposée du Bou Regreg, remonterait au XI^e^ siècle et serait due à des Berbères d'origine zénète, les Beni Ifrène, rois de Chella et du Tadla, tandis que la Rabat islamique, « Ribat el Fath », la citadelle religieuse de la victoire, aurait été créée seulement vers 1200 : cette dernière cité reçut alors un contingent de plusieurs milliers de Maures expulsés d'Espagne et une garnison de la tribu guich des Arabes Oudaïa. Aux XVII-XVIII^es^ siècles, Rabat porte le nom de « Sala el Djedid », Salé le neuf, par opposition à sa voisine « Sala el Kedim », Salé l'ancien, les deux villes ayant dès lors leur fortune liée. Centre de négoce important, Salé forme, avec Rabat, la République des deux rives, subjuguée vers 1700 par les Alaouites, qui installèrent une milice nègre à la kasba des Oudaïa.

Salé est demeurée une ville à peu près exclusivement indigène de 26.000 habitants (22.000 musulmans, 2.400 israélites, 1.400 Européens), habitée surtout par des commerçants, des artisans, des jardiniers et des bourgeois descendants des Salésiens du Moyen Age, réputés alors pour leur courtoisie et leurs aptitudes au négoce : les uns et les autres forment encore aujourd'hui un milieu assez fermé.

Salé ne compte pas moins actuellement de 22 santons enterrés dans ses murs. L'un des plus célèbres, Sidi Moussa, vécut à l'ancienne Faculté de médecine, suivant la tradition, au milieu des filles publiques : il avait le pouvoir de rapprocher les distances et de transformer en aliments les tiges d'asphodèle, peut-être plante totem d'un antique clan berbère répandu jusqu'en Kroumirie. Près de l'ancienne médersa de Salé, Sidi ben Hassoun, le saint patron et le grand marabout de la ville, rend toujours des oracles aux voyageurs Slaoui, qui viennent le consulter en disposant sur son tombeau des petits bâtons de différentes couleurs.

Malgré son apparence de cité austère, presque purement islamique, Salé n'en possède pas moins de nombreux magiciens, qui débitent couramment, aux femmes surtout, des cendres de huppe destinées à rendre les hommes poltrons, des plumes d'aigle permettant de s'assurer la fidélité d'un époux, des têtes ou des ailes de corbeaux protection sûre contre les méfaits d'une rivale, des oreilles de sanglier garant certain de la désaffection d'une concurrente, des belettes desséchées qui font disparaître tout sentiment de jalousie, des fragments de peau d'hyène qui rendent fous ceux qui les absorbent, des chauves-souris bouillies qui déterminent la cécité morale de votre adversaire ou qui vous assurent la faveur d'un haut protecteur, des caméléons cuits qui dissipent les envoûtements ou autres sortilèges, enfin des étoiles de mer qui, mises dans une omelette, vous confèrent l'amour que vous souhaitez.

Rabat, avec ses 55.400 habitants, dont 23.000 Européens, 4.200 israélites et 28.000 musulmans, offre un développement urbain notable, qui attire dans ses murs des travailleurs indigènes, Chleuhs du Haut Atlas, du Sous et du Dadès, populations au teint foncé du Draa et du Sahara marocain. En particulier les Chleuhs arrivent ici, comme dans d'autres villes, Fès et même Tanger, à monopoliser le petit commerce, en évinçant du négoce la vieille bourgeoisie urbaine : Robert Montagne a cité le cas d'un notable de l'Anti Atlas, qui avait fondé à Rabat une société au capital de 6.000.000 de francs, dont il dirigeait les affaires très heureusement. D'autre part, la capitale administrative du Maroc exerce une certaine action attractive sur l'arrière-pays berbère des Zaer, des Zemmour et des Zaïane. Enfin son mellah comporte, comme d'ailleurs celui de Salé, à côté d'un fort contingent d'israélites d'origine espagnole, un fond de population autochtone : c'est sans doute à ce dernier milieu qu'appartenait Sidi Makhlouf, dont la « koubba », le tombeau, se dresse à l'extrémité est du quartier juif ; converti à l'islam, ce vénéré musulman réalisa le miracle de faire traverser à pieds secs le Bou Regreg à un de ses disciples.

En somme la sorcellerie attentive veille aux portes des cités les plus profondément islamisées en apparence, comme Salé, de même qu'un perpétuel apport chleuh transforme en quelque sorte le milieu indigène de la capitale même, suivant la remarque humoristique de Maurice Le Glay, en une vaste « taalemt », en une sorte de cité berbère du type de celles du Haut Atlas ou des plateaux de l'Extrême-Sud. Ainsi se dessine une véritable offensive de la mentalité et de la langue berbères, directement sous l'égide des Chérifs.

*
* *

Casablanca est l'héritière de la cité d'Anfa de l'Antiquité classique et de la Casa Branca por-

tugaise. Cette cité, repeuplée à la fin du XVIIIe siècle de Berbères chleuhs des Haha de Mogador et de Nègres bouakher de Meknès, prit alors le nom arabe de Dar el Beïda, Casablanca en espagnol.

Son saint patron, si vénéré aujourd'hui, Sidi Belliout, l'homme aux lions, était encore à peu près inconnu au début du siècle dernier, sa fortune ayant marché de pair avec le développement de la cité : il possédait, paraît-il, à la fois le don d'ubiquité et celui de fascinateur d'animaux. Jadis sans doute les lions étaient-ils communs aux environs de Casablanca, comme ils abondaient encore entre cette ville et Rabat au XVIe siècle.

D'une misérable bourgade, la France, stimulée par le génie colonisateur du maréchal Lyautey, a fait une grande et belle ville de 163.000 habitants, dont l'activité a attiré à tel point nos protégés qu'aujourd'hui la métropole économique du Maroc occupe le second rang, dans l'Empire chérifien, par sa population urbaine indigène, n'étant distancée, en ce pays, que par Marrakech : aux 186.000 sujets du sultan de cette dernière capitale, Casablanca oppose déjà 105.000 autochtones (85.000 musulmans et 20.000 israélites contre 58.000 Européens). Le grand port marocain est d'autre part une des quatre ou cinq villes du globe dont le taux d'accroissement de la population a été le plus élevé dans ces dernières années : elle n'a été dépassée dans cette voie que par quelques cités nord-américaines.

La nouvelle population indigène de Casablanca se recruta tout d'abord parmi les Chaouïa, Berbères plus ou moins arabisés du pays environnant. Mais cette ville, du fait de son rôle primordial au Maroc français, a vu affluer vers elle des gens de tout le Moghreb. Naturellement ce sont les groupements ethniques les plus laborieux et les plus sobres qui s'y sont surtout implantés : émigrants du Sud et particulièrement Soussi s'accommodent à merveille, mais temporairement il est vrai, des conditions de la vie en la métropole économique moghrebine. Les Noirs, les Sahariens sont aussi nombreux à Dar el Beïda.

Pour une bonne partie, les éléments de récent apport du milieu musulman de Casablanca sont des travailleurs, terrassiers, maçons, occupés à la construction des nombreux immeubles en voie d'édification, ou employés aux chantiers d'aménagements des quartiers neufs. Les nouvelles couches sociales de la métropole du Maroc, qui sont donc surtout recrutées dans les classes modestes de la population moghrebine, forment désormais un prolétariat nombreux, profondément imprégné de la mentalité berbère, dominée, comme on le sait depuis les travaux d'Edmond Doutté, du docteur Mauchamp, de la doctoresse Legay, par les pratiques de la magie sympathique.

C'est en général le Sous, le Tafilalet, surtout le Bani méridional, en particulier les oasis d'Aqqa, de Foum Zguid, de Tatta, en plein Sahara, et même la Mauritanie, qui alimentent le Moghreb, et plus spécialement Casablanca, en magiciens, presque toujours négroïdes : passés maîtres en l'art de satisfaire les grandes passions de leurs coreligionnaires, l'amour, la haine, l'intérêt, ils sont parfois aussi, mais bien plus rarement il est vrai, capables de devenir des chefs politiques ou religieux, habituellement en opposition avec le pouvoir établi.

Les ingrédients qu'ils débitent sur les divers marchés indigènes de Casablanca sont des plus variés : des fragments de peau de panthère vous assurent d'être délivrés de vos ennemis,

Fig. 10. — Ventouses scarifiées pratiquées en plein air au Maroc.

tandis qu'un morceau de cuir de gazelle constitue un parfait sachet à talisman ; le mica est le principal élément de la mixture employée par les femmes à la confection matérielle des sortilèges, alors que les piquants de hérisson sont à la base du mélange hétéroclite qui permet le triomphe des hommes par les contre-sorts ; des carapaces d'oursins, auxquelles adhèrent encore des épines, vous garantissent contre les galants envoûtements des amoureuses. Ainsi les objets pointus, d'une façon générale, servent aux hommes de protection contre les pratiques magiques des femmes, tandis que le mica fascine et attire, par ses facettes brillantes, les amants auprès de leurs maîtresses.

Des fumigations d'encens ou de santal éloignent les génies si dangereux pour les humains lorsque sont tenus certains propos. La terre d'un marabout est aussi un excellent préservatif contre mille événements nuisibles : par exemple la terre rouge, le hamri, d'un certain point du

Doukkala, où est enterré Sidi Ahmed, fils d'Iflou, chef des génies locaux des djins, est particulièrement efficiente dans cet ordre d'idées.

La terre jaune, le rmel, du sol de la koubba de Sidi Belliout, le grand patron de Casablanca, est particulièrement réputée pour ses vertus protectrices auprès de toutes les femmes de la ville. J'ai vu porter sur le front un petit sachet de cette terre par une jeune indigène de 25 ans, qui tenait d'autre part absolument à ce que figure sur ses papiers d'identité, à côté du nom de son père, le qualificatif de hadj, de pélerin de la Mecque. La parcelle de terre de Sidi Belliout lui avait été remise contre rémunération appréciable par le gardien du marabout, avec des cauris, des coquilles de la côte d'Afrique, habituellement utilisées comme monnaie par les Noirs. Ici encore donc une tradition nègre se lie à la vénération très matérialisée d'un santon musulman. D'ailleurs cette jeune personne avait la plus grande considération pour les musiciens-sorciers noirs qui circulent par les rues : elle allait jusqu'à danser avec eux et les embrasser : d'une façon générale d'ailleurs l'influence de ces sorciers noirs est considérable sur la population blanche indigène de Casablanca.

Il en est de même d'ailleurs des sorcières nègres, toujours d'âge mûr, qui au cri de « ghata, ghata », vont aussi par les rues de la ville, prédisant à chacun son avenir en matière d'amour ou de fortune, pour une somme des plus modiques, lisant dans les lignes de la main. Moins nombreux sont les cartomanciennes et les devins, ces derniers souvent en apparence muets, qui ont élu domicile au derb Rhâlef par exemple : tel spécialiste, un berbère du Zerhoun, emploie comme sujet un enfant ; tel autre utilise comme oracle un fossile, « tazrout » en chleuh, la pierre qui parle, de la montagne d'Agadir, qu'il a au préalable emmené en pélerinage à Sidi Brahim ou Ali, chez les Ida ou Tanan du Haut Atlas occidental ; cette dernière observation d'Edmond Doutté et d'Abel Brives, est envisagée par Jean Gattefossé comme se rapportant à un usage berbère, héritier direct d'une tradition néolithique méditerranéenne. Dans le même ordre d'idées, je rappellerai les vertus magiques que possèdent, aux yeux des femmes indigènes, les boules d'ambre, qui, venant au Maroc surtout du Sous, assurent aux épouses les portant, la fidélité de leurs maris : l'ambre, un des principaux objets du commerce néolithique méditerranéen, était encore, aux temps historiques, tenu pour doué de qualités spéciales par certaines populations d'Italie.

La sorcellerie berbère n'est pas restreinte au milieu musulman : elle s'adresse également à la société juive, ayant alors pour truchement des israélites ; mais elle se manifeste plus discrètement là que chez les adeptes de l'islam, dans tout le Maroc, comme à Casablanca.

Cette dernière ville possède en effet une importante colonie juive, qui, l'ancien mellah étant en démolition, s'installe dans la ville européenne, tendant d'ailleurs tout naturellement à se concentrer dans un même groupe de quartiers. Parmi ces israélites, il y a beaucoup d'Espagnols, mais il y a également sans doute de vieux Berbères, dont certains ont conservé des mœurs spéciales, rappelant celles encore en usage dans les montagnes du Nord marocain. Un certain nombre d'indigènes musulmans établis aux marchés ont ainsi un associé juif, homme de confiance, qui leur sert en quelque sorte à la fois de fondé de pouvoir, de commis, de domestique et davantage...

L'importante population juive du Maroc compte près de 125.000 individus, surtout des citadins, dont les éléments jeunes fréquentent assidûment dans les villes, les établissements d'instruction de l'Alliance israélite et même de notre enseignement secondaire. Les tendances naturelles de leur milieu incitent ces jeunes gens à s'orienter vers les professions commerciales : cependant il est bien évident que le négoce, si important soit-il à Casablanca, est incapable d'absorber chaque année les quelques 400 juifs sortis des écoles de cette cité, étant donné surtout que la société indigène fournit aussi d'excellents commerçants : nécessairement donc des israélites de Casablanca et des villes du Maroc devront dans l'avenir adopter des occupations différentes de celles auxquelles s'adonnent de préférence aujourd'hui leurs parents. C'est peut-être là d'ailleurs un sérieux problème d'avenir pour le Maroc urbain.

***

L'afflux des indigènes au Moghreb vers les villes en voie d'accroissement (Casablanca, Fès, Marrakech, Meknès, Rabat-Salé) se trouve bien plus accusé qu'il n'apparaît en Algérie-Tunisie. Il marche de pair avec l'accroissement des colonies européennes de Fès et de Marrakech notamment, qui se développent aux portes mêmes des vieilles capitales moghrebines. Parallèlement s'accuse le déclin des ports secondaires de Mazagan, Safi, Mogador. En particulier l'important mellah de cette dernière ville voit partir en masse ses habitants pour Casablanca. La capitale économique du Maroc garde d'ailleurs toujours la prééminence que lui assure un contingent de 32 o/o de la population européenne de l'ensemble de l'Empire chérifien.

Les statistiques révèlent la présence à Rabat et aux environs d'indigènes étrangers venant de la région de Casablanca-sud, de Mogador et surtout du Sous, du Draa, du Tafilalet, les trois pays qui fournissent les meilleurs éléments de la main-d'œuvre, éléments qui ont traversé,

en louant leurs services, les régions de Safi, Mazagan et Casablanca. Dans l'hinterland et à l'intérieur de cette dernière ville, les travailleurs viennent des alentours de Mazagan, de Safi, surtout de Marrakech, du Sous et du Draa : ces émigrants de cantons du Maroc méridional ne s'arrêtent pas en général dans la région de Mogador et guère dans celle de Safi ou de Mazagan.

Une seule ville algéro-tunisienne compte plus de 100.000 autochtones (Tunis : 115.200), une autre plus de 75.000 (Alger : 76.800) et une troisième plus de 50.000 (Constantine : 51.500). Au contraire au Maroc, deux villes ont déjà plus de 100.000 autochtones (Marrakech : 186.000 ; Casablanca : 105.000), une troisième près de 100.000 (Fès : 98.000) et une quatrième plus de 50.000 (Rabat-Salé : 57.000).

Non seulement d'ailleurs dans notre grande colonie nord-africaine, nous ne nous sommes heurtés, au moment de la conquête, à aucune élite intellectuelle dans les villes, comme celle que nous trouvons à Fès, mais même nous n'avons pas rencontré, en nous installant dans le pays, de grandes cités comparables à Fès ou à Marrakech. Des colonies importantes d'Andalous, comme celles des bleds hadria du Maroc, n'existent nulle part en Algérie ; seuls de très petits noyaux de Maures sont établis à Oran, Alger, Constantine et Bône, assez mélangés, à Oran et surtout à Alger, de Kouloughis, issus de l'union de Turcs et de Mauresques. Des trois principales villes d'Algérie, deux en effet, Alger et Oran, sont des ports d'anciens corsaires turcs ; la troisième, Constantine, l'antique Cirta, très vieille capitale numide, transformée par César en une importante colonie romaine, est en fait la seule grande cité de l'intérieur.

En Tunisie, il est vrai, à Tunis, à Bizerte et aux environs de ces deux villes, dans les villages répandus le long de la zone littorale du cap Blanc au cap Bon, il y a beaucoup d'Andalous, mélangés à Bizerte de quelques Kouloughis. Précisément aussi à Tunis subsiste un petit noyau intellectuel indigène. Dans cette dernière cité, l'usage s'est maintenu, dans la haute société, de contracter des unions avec des femmes de Stamboul. Tunis, qui reste d'ailleurs la seule grande ville de la Régence, est, plus encore que Constantine, l'héritière d'un très lointain passé, extraberbère il est vrai, mais pourtant sémitique : aujourd'hui même ne voyons-nous pas le développement de la banlieue de Tunis, incorporer au périmètre de la capitale du Baylik jusqu'à l'emplacement de la Carthage punique et romaine.

Ainsi la Tunisie et l'Algérie urbaines indigènes, peu importantes en somme, ayant leurs regards tournés vers l'Orient méditerranéen, se différencient profondément du Maroc aux grandes cités berbères, influencées dans leur développement par l'Espagne des Maures et un peu aussi par le Sahara des Négroïdes. De formation relativement récente, toutes proportions gardées, les capitales moghrebines n'ont point un passé remontant à l'antiquité classique, sauf Tanger, qui ne joua d'ailleurs pas à beaucoup près un rôle dont l'importance soit comparable à celle de Carthage ou même à Cirta.

***

Les conditions du peuplement actuel des grandes villes nouvelles du Maroc, de Casablanca surtout, sont des faits d'autant plus intéressants, qu'ils peuvent être, dans quelque mesure, comparés aux données que nous possédons maintenant sur les anciens habitants du Moghreb, même dans le plus lointain passé.

Tout le long de la côte atlantique de la Berbérie, vers Casablanca notamment, s'observent des accumulations considérables de débris de cuisine de l'Age de la pierre polie, du Néolithique, véritables kjökkenmöddings, formés de coquilles de moules et de patelles : ces gisements préhistoriques se suivent selon une ligne plus ou moins continue depuis Larrache, jusqu'au Sous, au Rio de Oro, en Mauritanie et au Sénégal ; des gîtes analogues existent aux Canaries. Par contre, aucune série de stations de situation et d'importance comparables ne s'observent sur les côtes d'Algérie ou de Tunisie. Or, à l'heure actuelle, subsistent encore des groupements de Berbères marins, chez lesquels se sont maintenus d'antiques traditions, dans le Maroc atlantique, au Sous notamment, alors qu'en Algérie-Tunisie, les rares groupements de marins indigènes sont métissés de sang turc.

A cette activité maritime intermittente des Marocains, dont un stade important fut marqué par l'ère des républiques de corsaires d'Anfa (Casablanca) et de Rabat-Salé, s'oppose en quelque sorte le développement urbain de l'intérieur du pays sous l'influence musulmane. L'infiltration progressive de l'islam au Moghreb, grâce à la poussée de l'invasion arabe, se fit surtout par le Sud, comme d'ailleurs aussi l'arrivée des Zénètes des plaines ou des Senhadja du désert, Berbères plus ou moins arabisés et islamisés, fondateurs des grandes dynasties de souverains de Fès ou de Marrakech. Ceux-ci amenèrent en grand nombre des gens du Sud, au teint foncé, et même de vrais Nègres. Or aujourd'hui, c'est parmi les Chleuhs du Sous et les sédentaires des oasis du Sahara marocain que se recrute surtout la main-d'œuvre des villes neuves, et aussi souvent, il faut bien le dire, les dirigeants de la pensée magique des nouveaux citadins de Casablanca et de Rabat-Salé. Or la préhistoire nous apprend que la Berbérie,

principalement le Centre et le Sud de la contrée, était encore, au Néolithique, peuplée de Négroïdes. Aux temps de l'Antiquité classique, ne voyons-nous pas constamment revenir les expressions ethniques de Mélano-gétules, c'est-à-dire de Zénètes noirs, ancêtres sans doute des gens au teint foncé, qui, dans les oasis, parlent encore aujourd'hui la zenatia ; d'Ethiopiens blancs et d'Ethiopiens rouges, dénominations révélant le mélange de sang blanc et de sang noir, qui, alors comme aujourd'hui s'observait chez les populations sahariennes, certains groupes anthropologiques du Grand désert ayant déjà alors un teint rouge, net encore aujourd'hui chez beaucoup de Haratin, sédentaires des oasis.

Enfin, la puissance d'activité et de labeur des Chleuhs, en harmonie avec la prospérité du pays se liant à l'instauration du protectorat, permet à la langue berbère, en quelque sorte un retour offensif, en Chaouia notamment, c'est-à-dire en des contrées d'où elle était depuis longtemps bannie : le même fait social s'observe en Algérie à la faveur de l'afflux des Kabyles et des Mzabites vers les grandes villes ou en Tunisie grâce à celui des Djerbi. Ici comme là, il s'agit surtout de migrations temporaires, mais qui, constamment renouvelées, finissent par créer de véritables noyaux de langue berbère en plein pays arabophone.

Ainsi, la rénovation des contrées de la Berbérie, et plus spécialement du Maroc par la France, a déterminé dans la population indigène, en une certaine mesure, un retour à de très anciens états de chose, expansion des gens du Sud au teint foncé vers le Nord, rénovation de l'activité des Berbères, s'accommodant très bien de notre civilisation, mais conservant intègre leur patrimoine de traditions populaires, malgré leur apparente versatilité religieuse, qui les fit passer du christianisme au judaïsme, puis à l'islam, à travers quantités de sectes d'origine locale ou extérieure.

Pourtant, il faut reconnaître que la façade musulmane du milieu marocain demeure très solide depuis l'arrivée dans le pays des Andalous, ceux-ci ayant su parfaitement accommoder leur propagande religieuse à l'ambiance locale. L'intimité des Maures espagnols et des Marocains dans l'islam, comme celle qui d'ailleurs s'est développée parallèlement des Juifs espagnols et moghrébins, tient sans nul doute à la parfaite compréhension réciproque de populations dont le fond ibère et berbère a, selon beaucoup d'auteurs modernes, une commune origine.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

Une nouvelle méthode approximative pour déterminer le temps (1). — Il s'agit du cas spécial pour déterminer le temps solaire vrai local dans un lieu sur la Terre de position géographique connue, le Soleil étant supposé *sous* l'horizon. On suppose de plus que l'observateur ne dispose que d'instruments pour mesurer des angles et qu'il ne dispose d'éphémérides d'aucun objet céleste. On doit connaître seulement l'époque de la nouvelle Lune ou mieux les époques des quatre phases principales de la Lune. Nous verrons que la méthode proposée consiste à utiliser une horloge lunisolaire naturelle.

Soit O, un point de la surface de la Terre où se trouve l'observateur; le grand cercle NN' représente l'horizon (N-point Nord); Z-zénith. Soient L et S les centres de la Lune et du Soleil, en un instant après le coucher de ce dernier, sur la sphère céleste de centre O. Réunissons les points L et S par un arc de grand cercle qui coupe l'horizon au point B. Par le centre L de la Lune et les cornes du croissant menons un arc de grand cercle coupant l'horizon au point C et faisant avec l'arc LS, un angle *droit* en L. Menons aussi les cercles verticaux de L et de S coupant l'horizon au point et E. Par la corne inférieure du croissant l, menons un petit cercle parallèle à l'horizon. Soient α et β les angles formés par les arcs LC et LS avec l'horizon.

Supposons d'abord que la Lune soit très basse au-dessus de l'horizon. On mesure l'angle en l entre le grand cercle lL et le petit *cercle parallèle à l'horizon* (2), lequel est sensiblement égal à α. On mesure en même temps les coordonnées horizontales, l'azimut N'D et la hauteur DL de la Lune.

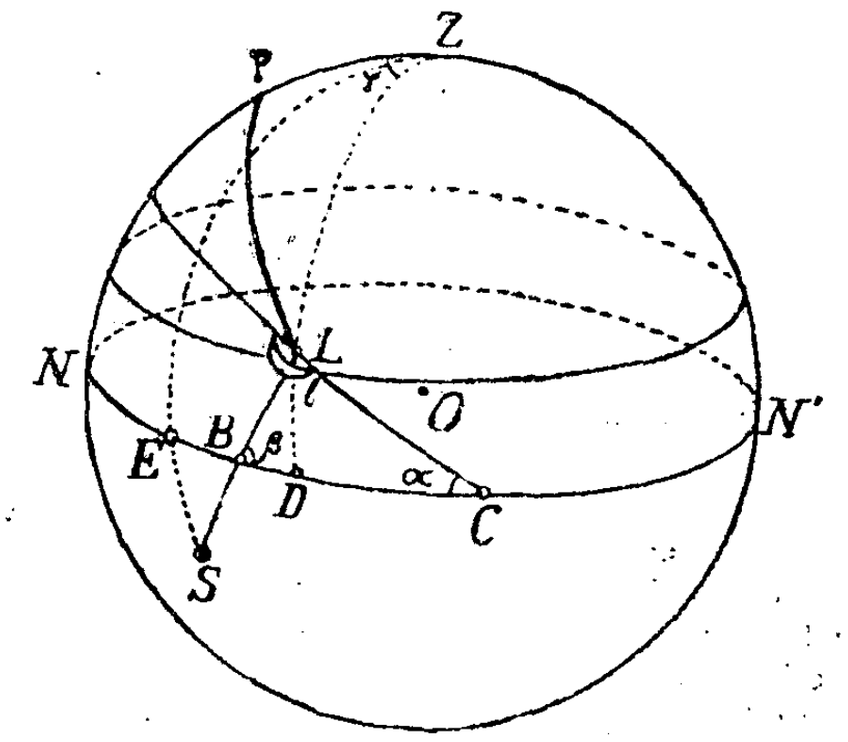
Dans le triangle sphérique LDC, on connaît donc le le côté DL et l'angle α et, par conséquent, on peut calculer LC. Connaissant LC et α dans le triangle BLC, rectangle en L, on calcule aisément BL et l'angle β. Dans le triangle BLD, on calcule BD. L'arc LS est connu approximativement par le temps en jours ronds (et même en fractions de jour puisqu'on connaît approximativement le temps de l'observation) qui s'est écoulé depuis l'époque de la nouvelle Lune, (la grandeur de la phase lunaire en est une indication). C'est ici qu'intervient la longueur du mois synodique qui est d'ailleurs connue, mais on est grandement facilité si l'on connaît, comme nous l'avons

(1) *Astronomische Nachrichten*, nos 5796 et 5816 (1931).

(2) On mesure cet angle dans une lunette de faible grossissement de sorte que le croissant tout entier soit visible dans le champ, au moyen de deux fils croisés au centre du champ dont l'un est mobile et l'autre, l'immobile, est horizontal.

dit, les époques des quatre phases principales de la Lune. On a alors BS=LS—BL. Enfin, dans le triangle BES où l'on connaît l'angle en B (=β) et BS, on calcule BE et ES (1).

Nous avons obtenu ainsi les coordonnées horizontales du Soleil : l'azimut N'E=N'D+DB+BE et la hauteur négative ES. Connaissant la latitude du lieu, nous transformons ces coordonnées en coordonnées équatoriales, dont l'une, l'angle horaire du Soleil, n'est autre chose que le temps solaire vrai local. Maintenant l'arc LS étant



mieux connu, on refait le calcul et on obtient le temps vrai en seconde approximation et ainsi de suite.

La méthode peut être facilement généralisée, comme ceci m'a été suggéré par M. le Prof. Kobold, pour des hauteurs arbitraires de la Lune, considérant le triangle ZLl. Si, en effet, on mesure dans la lunette l'angle en l, on a, connaissant LZ et Ll, l'angle en L. Dans le triangle LDC, on a alors au lieu de α l'angle en L.

Lorsque le ciel est brumeux de façon que le croissant de la Lune transparaisse seul à travers la brume et non les étoiles — ce qui arrive souvent — la méthode proposée est l'unique qui peut nous donner le temps très approximativement.

N. Boneff.

Météorologie

Variations de la moyenne de la température et de la hauteur de pluie à Paris. — Le climat de la capitale a été, en moyenne, depuis le début du siècle, plus chaud et plus humide que pendant les années précédentes. (*La Météorologie*).

En effet, de 1892 à 1930, la moyenne annuelle de température au Parc Saint-Maur est passée de 10° à 10°4. Trois années, seulement ont été froides : 1895, moyenne 9°7; 1909, 9°3; 1917, 9°6; sept furent chaudes : 1899, 11°2; 1911, 11°2; 1918, 11°; 1921, 11°4; 1926, 11°1; 1928, 11°2; 1930, 11°4.

La hauteur moyenne annuelle des précipitations est devenue très élevée. Depuis 1908, elle est, en effet, de 641,4 mm. au Parc Saint-Maur contre 572,2 mm. pour la période 1806-1925. Quatre années furent sèches, surtout celle de 1921 (277,0 mm. d'eau), mais toutes les autres ont donné des totaux supérieurs à cette normale de 572,2 mm., en particulier, celles de 1910, 1916, 1926, 1930, 1931. L'année 1930, notamment, détient le record de la quantité de précipitations depuis 1806, avec 884,3 mm. d'eau.

La conséquence naturelle a été la fréquence des crues de la Seine : en 1910, 8 m. 50; en 1919, 5 m. 95; en 1924, 7 m. 18; en 1926, 5 m. 88; en 1930, 5 m. 99.

Ch. F.

(1) Tous les triangles sphériques que nous avons à résoudre ici sont donc des triangles rectangles.

Chimie physique

L'ozone, catalyseur d'oxydation. — MM. Briner, Demolis et Paillaud (*Journal de Chimie Physique*, 25 juillet 1932), ont étudié l'action de l'oxygène ozoné sur l'oxydation de l'aldéhyde benzoïque.

Cet aldéhyde, comme beaucoup d'autres d'ailleurs, s'oxyde spontanément en présence d'oxygène, propriété qui a été mise à profit par Moureu et Dufraisse dans leurs belles recherches sur l'autoxydation et les antioxygènes. MM. Briner, Demolis et Paillard se sont proposé tout particulièrement d'étudier le rôle joué par la présence de l'ozone dans l'oxydation de ce corps.

Leurs recherches ont été effectuées par deux méthodes différentes : une méthode dynamique consistant à faire circuler le gaz ozoné, à une certaine vitesse, dans l'aldéhyde benzoïque pur ou en solution; une méthode statique, dans laquelle le gaz ozoné et l'aldéhyde en solution sont introduits dans un ballon fermé et y restent en contact pendant un temps déterminé. Des dosages d'ozone, avant et après utilisation, permettaient de calculer la quantité d'ozone détruite au cours de l'opération.

Le but des recherches étant l'étude de l'action exercée par l'ozone sur l'oxydation de l'aldéhyde, les auteurs ont évalué cette action au moyen de coefficients déduits des résultats expérimentaux. Ces coefficients sont relatifs aux suppléments d'acides benzoïque et perbenzoïque formés lors du passage dans l'aldéhyde de l'oxygène ou de l'air ozonés par rapport aux quantités de ces deux acides formés lors du passage dans l'aldéhyde de l'oxygène ou de l'air non ozonés. Les valeurs de ce coefficient ont été établies dans différentes conditions expérimentales réalisées en faisant varier les facteurs susceptibles d'influencer le phénomène.

Ces recherches ont établi d'une manière indiscutable que l'ozone agissait non seulement par lui-même, mais contribuait encore à augmenter d'une manière très intense, tout au moins dans certaines conditions, la participation de l'oxygène au phénomène d'oxydation. Cette action mobilisatrice de l'oxygène qu'est susceptible d'exercer l'ozone, mérite d'être considérée non pas seulement pour les oxydations chimiques, mais aussi pour les oxydations biologiques. Du point de vue de l'utilisation de l'ozone comme agent d'oxydation chimique, on peut dire que l'effet catalytique exercé sur la participation de l'oxygène, dans lequel il est toujours dilué, ne pourra que contribuer à augmenter son efficacité.

A. Bc.

Médecine

Les huiles lubrifiantes et le Cancer. — Le *Manchester Comittee on Cancer* expose dans son dernier rapport que l'addition d'une petite quantité d'huile saponifiable à une huile lubrifiante réduit d'une manière marquée le nombre des tumeurs que cette dernière engendre. Aucune huile ne dépasse la lanoline sous ce rapport. La substitution de la lanoline à l'huile de castor comme moyen de protection des travailleurs qui manient de l'huile, a réduit d'une manière marquée les dermatites, particulièrement lorsque les travailleurs sont jeunes. MM. Speakman,

et Chamberlain du laboratoire de chimie textile de l'Université de Leeds font remarquer dans *Nature* (15 octobre), qu'il existe un parallèle frappant entre ces résultats et ceux donnés par l'élimination de la laine des mélanges d'huiles. L'huile minérale est extrêmement difficile à éliminer de la laine par émulsification à cause de la grande tension superficielle huile-eau, et de la forte adhésion. La difficulté peut être surmontée par l'addition d'huile minérale contenant des composés qui réduisent la tension superficielle huile-eau, sans augmenter l'adhésion au point de rendre l'émulsification difficile. Les acides gras et les acides glycériques, tels que l'huile d'olive, ont été trouvés inefficaces comparés à l'alcool oléique qui produit une émulsification facile à 6 o/o de concentration. De même, certains alcools tirés de la lanoline peuvent être utilisés pour conférer un pouvoir d'émulsion à l'huile minérale.

Le parallélisme entre ces deux sortes de résultats suggère que la cause des dermatites et des tumeurs peut être la difficulté d'enlever l'huile minérale de la peau au moyen du savon, et que la lanoline n'est efficace qu'autant qu'elle affecte l'émulsification.

J. B.

Botanique

La théorie de la dominance en génétique. — En génétique, on désigne sous le nom de *caractères dominants* ceux des caractères parentaux qui se transmettent à l'hybride complètement, ou presque sans altération; les *caractères récessifs* sont ceux qui restent à l'état latent dans l'hybride. Etudiant l'hérédité de l'albumen des grains de Maïs, H. de Vries a montré que dans les croisements, le caractère des grains ridés, à albumen où la dextrine est en grande proportion, est récessif, tandis que le caractère de grains ronds à albumen farineux résultant d'une transformation plus complète des réserves, est dominant. Le caractère dominant amylacé est du reste le caractère de l'espèce. Des expériences de croisements entre une espèce et sa mutante conduisirent ce savant à énoncer la théorie des caractères unités, ou de la présence-absence, qui est généralement admise en génétique. Cette hypothèse suppose, comme l'a exprimé M. Blaringhem, que « la forme dominante présente tout ce qu'il faut pour le développement du caractère dominant », tandis que la forme mutante comporte un caractère récessif dans le croisement.

Pour N.-I. Vavilov, la dominance est d'ordre phytogéographique. Les centres d'origine primaire des plantes cultivées, par exemple, où l'on observe le développement d'un polymorphisme considérable, renferment tous les éléments génétiques de caractère dominant. A mesure que les variétés s'éloignent du centre primaire d'origine, la séparation des types dominants s'affirme; la dispersion dans l'espace réalise l'individualisation des formes récessives. Récemment, R.-A. Fisher (*The evolution of dominance in certain polymorphic species*. American naturalist. LXIV, pp. 385-406, 1930). a émis l'hypothèse que chaque espèce possède un récessif relativement commun et un grand nombre de formes dominantes moins répandues, mais qui présentent des hétérozygotes combinant les caractéristiques de deux homozygotes dominants, lorsque ces hétérozygotes présentent un avantage sélectif sur les homozygotes. Un gène mutant ne deviendrait récessif qu'après une longue sélection naturelle. Quant à la dominance, elle serait produite par un choix des caractères des hétérozygotes intermédiaires dont les effets sont bénéficiaires pour l'individu. Cette hypothèse rendrait compte des variations qu'on observe lorsqu'on transporte des formes hétérozygotes stables sous des climats différents. Ces variations dépendraient en partie des facilités plus ou moins grandes qu'éprouvent les différentes sortes de grains de pollen, également avantagés dans le milieu où la forme hétérozygote a pris naissance, par suite des différences de maturation que provoquent des changements de climat.

Les conceptions de R.-A. Fisher ont permis d'asseoir une théorie génétique de la sélection naturelle. Elles ont été critiquées par Sewall Wright, pour lequel la dominance est un phénomène physiologique de développement. que l'on doit considérer comme stable. Bien que les mutations soient le plus souvent récessives, elles peuvent aussi bien résulter d'une augmentation interne que d'une diminution de l'activité physiologique des gènes.

Pour expliquer l'existence des types mutants dominants, J.-B.-S. Haldane (1930) estime que ces types diffèrent des types normaux, non par de simples gènes, mais par suite de doublements ou de translocations de sections entières de chromosomes.

Quelle que soit les hypothèses de travail que l'on adopte, les recherches des auteurs précédemment cités nous aident à mieux comprendre le mécanisme de la dominance en génétique. L'influence des conditions extérieures climatériques et de nutrition générale ne semble pas douteuse. Si les lois de Mendel s'observent régulièrement dans des conditions déterminées et fixes, il semble que les nombreux cas de dominance renversée ne puissent s'expliquer en dehors de tout mécanisme lamarckien.

L. Hédin.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

L'emploi des aciers spéciaux dans la construction navale. — L'acier doux, introduit dans la construction navale peu de temps après les découvertes et les travaux de Siemens, Bessemer et Martin, vers 1870, a été pendant longtemps le seul métal employé pour la construction des coques de navires. En une vingtaine d'années, il achevait de se substituer totalement au fer pour les unités des flottes militaires et son emploi se développait de plus en plus dans les constructions pour la marine marchande.

L'acier doux, dont la densité est sensiblement la même que celle du fer, a une résistance à la rupture de 40 à 45 kgs par millimètre carré, au lieu de 28 à 30 environ, l'allongement à la rupture passant de 10 à 15 o/o, dans le cas du fer, à 20 et 22 o/o. On comprend que ce métal ait pu satisfaire, pendant une période assez prolongée, aux besoins et aux exigences courants de l'industrie navale. Aussi, n'est-ce que depuis une époque relativement récente que les constructeurs ont envisagé la généralisation de l'usage d'aciers plus résistants, d'une mise en œuvre plus délicate et d'un prix de revient plus élevé, mais devant permettre de faire face aux nouveaux problèmes posés par l'accroissement des dimensions et la nécessité de tirer de l'instrument de transport ou de combat un rendement intrinsèque plus considérable.

L'acier mi-dur (50 kgs à la rupture avec allongement de 17 à 21 o/o) avait été adopté en France pour tous les grands navires de guerre construits depuis 1896 et pour une partie de la charpente de quelques grands paquebots.

Des aciers d'une dureté plus grande encore, (60 à 65 kgs à la rupture avec 12 o/o d'allongement) ont été employés dès cette époque pour la construction des petits bâtiments de guerre à grande vitesse et aussi pour certaines parties de la coque des grandes unités. Toutefois, la technique de production de ces nouveaux aciers était trop récente pour que l'on pût envisager alors une application plus généralisée, en ce qui concerne les navires de commerce, pour la construction desquels la considération du prix de revient ne peut être sacrifiée à aucune autre.

On adopta en 1907 pour les *Lusitania* et *Mauretania* un acier au silicium, dont la résistance à la traction était de 54 à 60 kgs, ainsi qu'un autre acier à haute teneur en carbone pour la confection de certaines tôles d'épaisseur inférieure à 18 mm. L'emploi de ces matériaux demeurait d'ailleurs limité aux parties des hauts appelées a fournir une résistance plus élevée. On put obtenir de la sorte une réduction de 10 o/o sur les échantillons, par rapport aux bases adoptées pour l'acier doux ordinaire. Cependant, ce dernier métal fut encore exclusivement employé, quelques années plus tard, pour les transatlantiques géants *Olympic* et *Léviathan*.

Ainsi qu'il arrive presque toujours en matière de technique industrielle, les efforts se sont d'abord dispersés, faute d'un plan d'ensemble et de vues directrices vraiment scientifiques; au surplus, il s'en fallait que tout l'intérêt de la question se fût révélé d'un coup aux auteurs des premières tentatives. En particulier, l'attention s'était d'abord exclusivement fixée sur la considération des charges de rupture. Ce n'est qu'à partir de 1925 que se fit jour la préoccupation, si essentielle à la vérité, d'obtenir des aciers à haute limite élastique. La construction du *Prometheus* avait mis en évidence les qualités d'un acier, dont la résistance à la traction ne dépassait pas très sensiblement celle de l'acier ordinaire, mais dont la limite élastique s'élevait par contre, par rapport à ce dernier, de 12 kgs 5 à 25-27 kgs. Ce métal fut utilisé pour la coque tout entière de deux navires; l'économie de poids réalisée de ce chef s'éleva à 10 o/o, ce qui procurait un gain de port en lourd de 250 tonnes.

Sur le paquebot italien *Vulcania*, l'emploi d'acier à haute limite élastique pour les trois ponts supérieurs, ainsi que pour la partie correspondante du bordé extérieur, a permis de réaliser un gain de poids de 400 tonnes. Sur le *Bremen*, l'adoption d'acier spécial pour la charpente des hauts et des fonds a procuré l'allègement considérable de 900 tonnes, avec réduction des épaisseurs de 10 et 12 o/o. Ces avantages sont plus décisifs encore pour quelques navires tout récents, tels que l'*Empress of Britain* et le *Monarch of Bermuda*.

Sur le grand transatlantique *Normandie* (super-*Ile-de-France*), les tôles plates des fonds et des deux ponts supérieurs, ainsi que les bordés à hauteur des ponts, sont en acier à haute résistance (58 à 65 kgs à la traction, avec allongement de 16 o/o).

Il est certain que des résultats tout à fait probants ont été obtenus à ce jour et que l'usage des aciers spéciaux est appelé à se développer incessamment dans l'ensemble des constructions navales. Du point de vue théorique, il est malheureusement encore difficile d'acquérir une connaissance très précise des travaux accomplis ou en cours, qui permette d'en dégager des lignes suffisamment générales et de bien saisir l'économie d'ensemble de ce vaste problème métallurgique. Il est à remarquer d'ailleurs que les résultats publiés sont le plus souvent incomplets et se prêtent mal à des comparaisons méthodiques. Pour me limiter à un exemple, les caractéristiques théoriques des divers métaux sont fréquemment confondues et prises les unes pour les autres dans les chiffres annoncés; c'est ainsi que la *limite élastique* déclarée pour un acier, laquelle devrait être la plus forte charge n'entraînant pas de déformation permanente après qu'elle a cessé d'être appliquée, n'est parfois en réalité que la limite dite *yield-point*, charge à partir de laquelle une faible augmentation de l'effort appliqué se traduit par un accroissement notable de l'allongement. Alors que la limite élastique de l'acier au silicium est de 15 kgs, par exemple, le yield-point atteint pour le même métal 31 kgs 5. Pour un autre acier au nickel, les deux limites sont respectivement 28,1 et 35,2.

Parmi les combinaisons utilisées en pratique, l'une des plus intéressantes semble être un acier à 0,30 de silicium, qui présente une limite élastique élevée et se prête aisément au travail, sans être affecté de façon anormale par la soudure. Son prix demeure en outre acceptable.

L'acier au manganèse et au vanadium, à faible teneur en carbone, possède une résistance élevée qui procure des économies de poids importantes; par contre, il est difficile à travailler, se prête mal à la soudure et son prix est élevé. La difficulté de travail vient pareillement contrebalancer les qualités de quelques autres aciers à haute résistance. Pour l'acier au nickel à haute limite élastique, la soudure tend à rendre le métal cassant au voisinage des régions où elle a été pratiquée.

L'élévateur de la limite élastique peut s'obtenir, indépendamment de l'addition d'éléments spéciaux, par voie de traitement thermique : trempe et revenu, traitement dit de normalisation (chauffage au-dessus du point de transformation et refroidissement à l'air), contrôle de la température aux dernières passes de laminage. Toutefois, les qualités dues à un traitement thermique risquent de disparaître, par le fait d'un travail à chaud effectué au cours de la construction, en particulier si l'on a recours à la soudure.

Ces multiples difficultés ne peuvent que préciser l'intérêt, à la fois pratique et scientifique, qui s'attache à la question de la métallurgie et de la mise en œuvre des aciers spéciaux.

LOUIS BASSO.

Mines

L'épuration à sec des charbons. — A la fin du siècle dernier, l'épuration des charbons a pris un développement considérable, les industriels exigeant des teneurs en cendres de plus en plus faibles, guidés en cela par le meilleur rendement calorifique et surtout par l'économie dans le transport et les manipulations des matières inertes. Il en est résulté une technique nouvelle dans la préparation des combustibles, le lavage s'alliant au triage à la main, seul pratiqué auparavant. Les nombreux procédés qui en sont nés, tous basés sur la différence de densité entre les parties pures et les matières pierreuses, ont pris l'eau pour milieu dans lequel s'effectuait la séparation ; d'où le nom général de lavage donné à tous ces procédés.

On a, en somme, appliqué aux charbons des traitements analogues à ceux employés de toute antiquité pour séparer les minerais métalliques de leur gangue. Des modifications sont ensuite intervenues ; en même temps que la densité on a fait agir la vitesse ascensionnelle de l'eau (rhéolaveur) ou des agents étrangers (flottation), mais ces modificatons n'ont eu que des applications très limitées et, jusqu'à ces dernières années, on peut dire que le lavage densitaire était universellement employé.

On leur reconnaissait cependant des inconvénients bien nombreux, qui d'ailleurs subsistaient avec les variantes; mais, faute de mieux, il fallait s'en contenter.

Le lavage, demandant beaucoup d'eau, n'est possible que dans les lieux où elle existe en quantité suffisante ; il est de plus difficilement applicable en pays froids, et, même en pays tempéré, les hivers rigoureux risquent d'amener par le gel des interruptions de service. Enfin, il produit des schlamms, d'où perte de charbons et nécessité presque constante de clarifier les eaux sortant des appareils.

Nous venons de voir les inconvénients inhérents à la marche elle-même, il en est un autre beaucoup plus grave encore : c'est l'introduction dans le charbon d'un pourcentage d'humidité, nuisible si on le laisse subsister, onéreux si on veut le faire disparaître.

Il est admis aujourd'hui que, sauf bien entendu usage

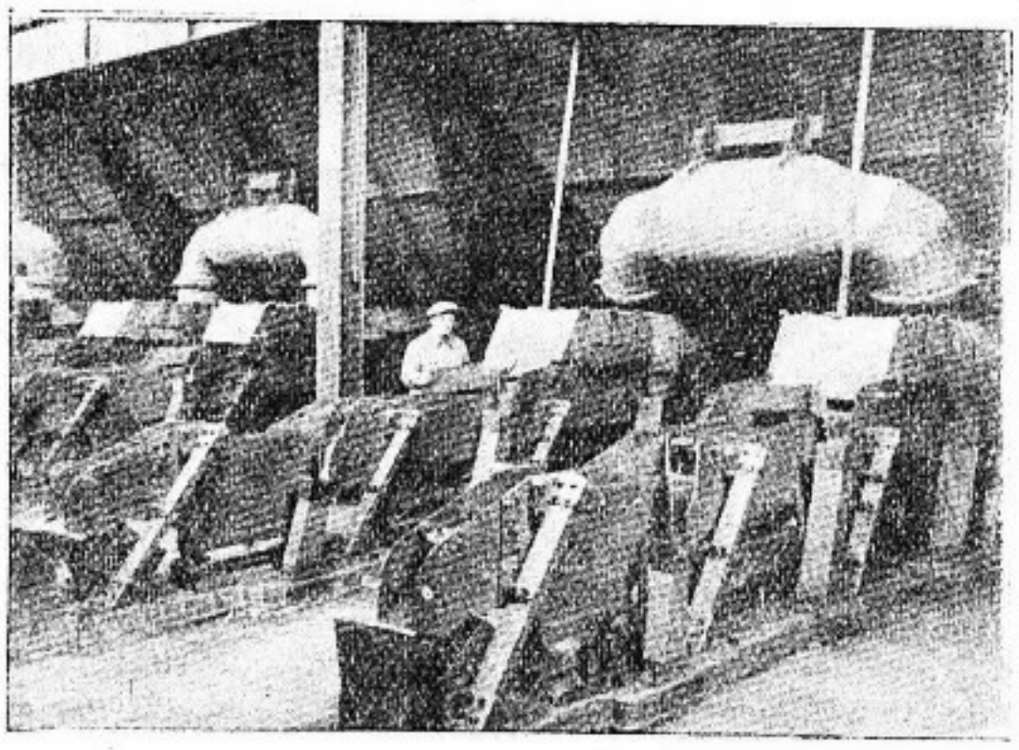


Fig. 1. — Ateliers des Mines de Bruay.
Vue des caissons.

de la voie thermique, les installations de séchage les plus perfectionnées n'abaissent pas la teneur en eau au-dessous de 10 o/o et qu'il faut compter, en règle générale, sur un minimum de 12 o/o. Il est admis aussi qu'il est peu économique d'enlever les cendres du charbon pour les remplacer par de l'eau, celle-ci étant tout aussi gênante et tout aussi inutile.

La supériorité des produits secs est donc incontestable ; déjà sérieuse dans les appareils où le charbon sert à la vaporisation, elle prend une importance bien plus grande quand il s'agit d'atelier de cokéfaction ou de distillation. C'est pour y arriver que depuis des années les recherches se sont aiguillées vers l'épuration par voie sèche, sans le secours de l'eau. Tous les systèmes imaginés ont eu recours à l'air sous pression, parmi eux il en est un qui semble avoir résolu complètement la question par les résultats probants de ses installations industrielles : c'est le procédé Bruay-Soulary. Nous allons le décrire sommairement.

Procédé Bruay-Soulary. — Tout comme dans le lavage des charbons, le procédé Bruay-Soulary, que nous appellerons pneumatique, comporte deux opérations. Tout d'abord il faut stratifier la couche de charbon à traiter, par ordre de densité croissante de haut en bas, puis il faut séparer les produits de densités différentes dès qu'ils ne sont plus mélangés, et en faire les évacuations distinctes.

Le mécanisme de ce que nous venons d'appeler la stratification est le suivant : « Si dans un cylindre ouvert à la partie supérieure, fermé à la partie inférieure par une surface perméable à l'air on place une certaine quantité de charbon classé et si, par un moyen quelconque on souffle de l'air à travers la masse, on constate qu'à la longue les produits de grande densité gagnent le fonds, tandis que les produits légers tendent à gagner la surface. On constate que cette stratification très *lente*, et d'ailleurs *imparfaite*, est considérablement *accélérée* et *perfectionnée*, si le tube cylindrique contenant le charbon reçoit des oscillations verticales rapides de faible amplitude. Dans ce dernier cas, les oscillations en question compriment et décomprimment alternativement la couche de matériaux dont la résistance au passage de l'air croît et décroît alternativement. On reproduit, par conséquent, l'effet d'un soufflage par pulsation. »

En pratique, ce dispositif à marche discontinue est remplacé par une table rectangulaire à fond perméable sur laquelle le charbon chemine tout en subissant l'action stratifiante d'un courant d'air convenable et dont la longueur est suffisante pour que cette stratification soit complète pendant le parcours.

Quant à la séparation des différentes couches de densité croissant de haut en bas, on conçoit très bien qu'elle soit possible à l'aide de couteaux oscillant horizontalement et débouchant dans des goulottes d'évacuation.

L'appareil Bruay-Soulary se compose (Planche A) d'un châssis (1) supporté par des lames élastiques inclinées en relation avec une manivelle (4) qui permet de le faire osciller. Il comprend quatre caissons, chacun d'eux de dimensions décroissantes comporte une arrivée d'air soufflé (19) réglable par un registre (20) et une fine toile métallique (10) qui sert de support au charbon. Un registre mobile (12) communiquant avec des goulottes d'évacuation (13) et (14) complète chaque caisson.

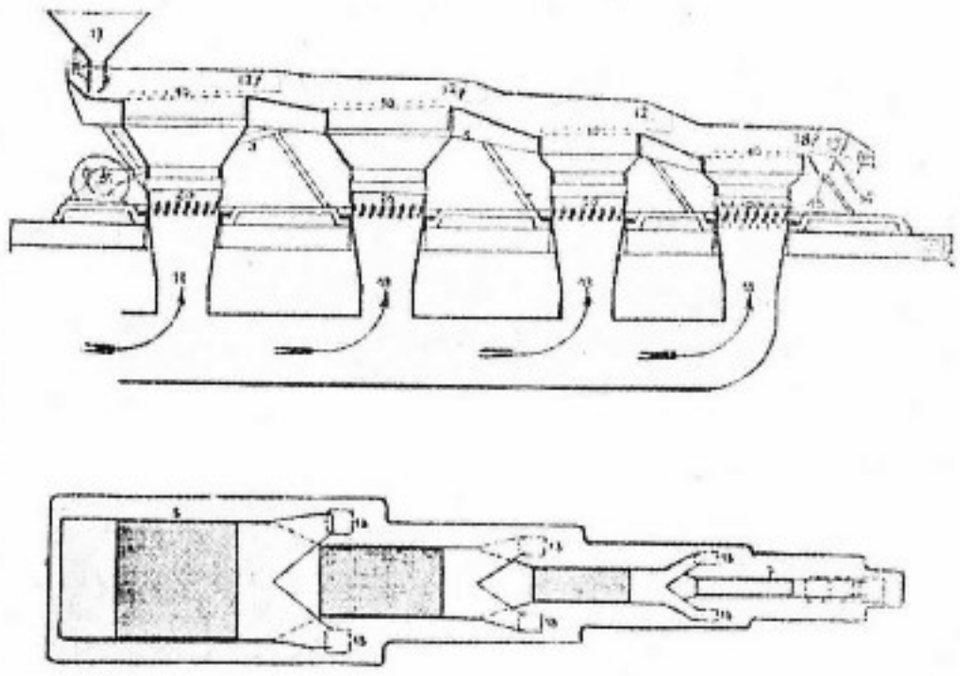


Fig. 2. — Système d'épuration des charbons par voie sèche, à Bruay-Soulary.

De la benne d'alimentation (17) le charbon à épurer, préalablement calibré, passe sur la toile (10) du premier caisson. Les oscillations du châssis, jointes à l'inclinaison des supports, font avancer la matière de gauche à droite, en nappe régulière qui se stratifie par l'action du courant d'air qui la traverse. Au droit du premier registre (12), la stratification est déjà suffisamment avancée pour que les deux goulottes (13) du premier caisson évacuent les parties à plus faible densité, tandis que les branches inférieures, plus denses, passent dans le deuxième caisson, qui, plus étroit, permet encore une épaisseur convenable. La même opération se reproduit, ainsi que dans le troisième et le quatrième caisson. Dans ce dernier, toujours

plus étroit pour la même raison, la stratification s'achève et, par un réglage du registre (18), en évacue des schistes

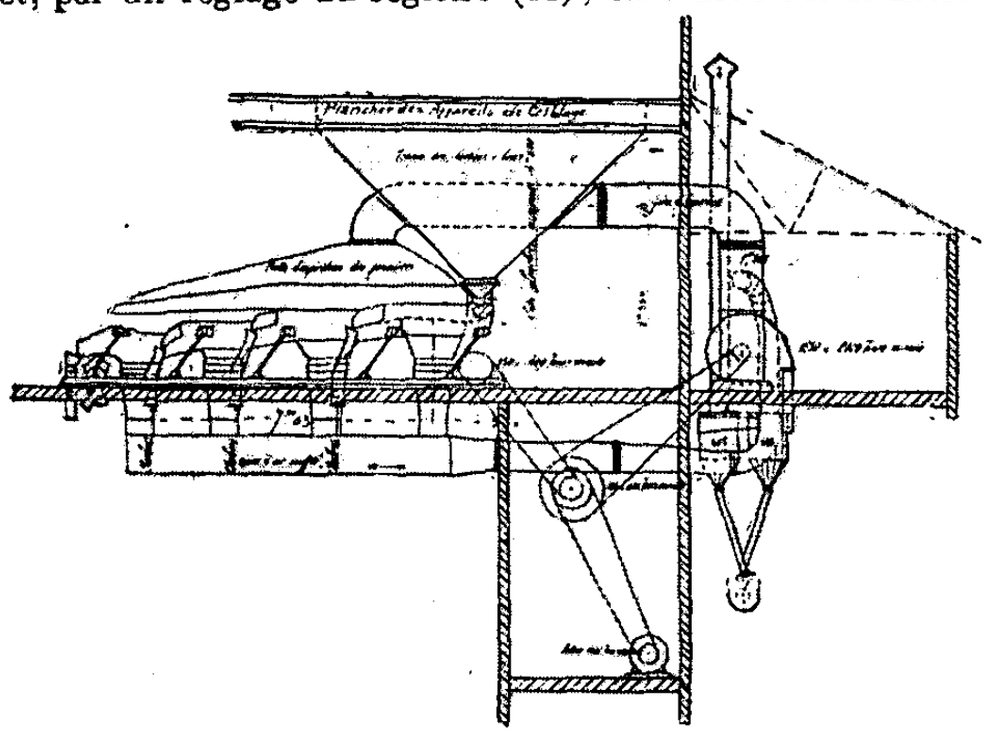


Fig. 3.

purs à la goulotte (15). En réglant pareillement le registre (19), on peut encore débiter du charbon, tout dépend de la courbe de la lavabilité ; en tout cas, celle intermédiaire (16), évacue les mixtes destinés au repassage.

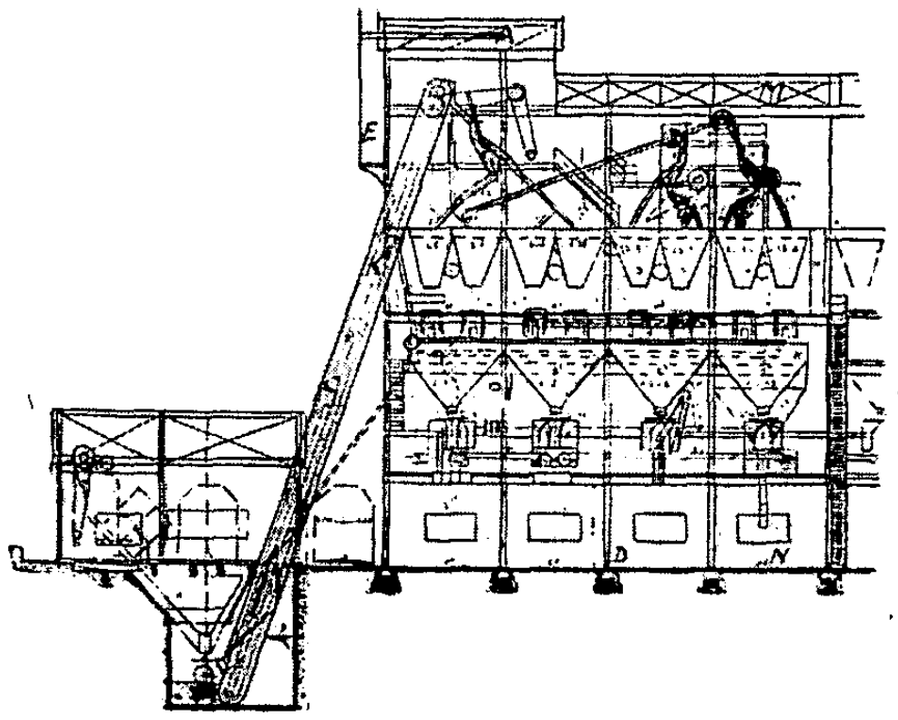


Fig. 4.

A noter, et ceci est essentiel, que grâce aux rétrécissements successifs des caissons, on réduit considérablement la perte en charbon dans les schistes ; en effet, la largeur du dernier caisson (7) est le cinquième de celle du premier (5). Si donc, par un mauvais réglage du registre (18), on laissait passer 5 o/o de charbon dans les schistes, on ne perdrait que : $\frac{1}{5} \times 5$ o/o, soit 1 o/o du charbon total soumis au traitement.

Tout réside, pour le bon fonctionnement de cet appareil, dans le réglage du vent par les orifices spéciaux (20), et dans les réglages d'évacuations par les registres (12), (18) et (19).

L'air qui a traversé les couches de charbon à classer se charge, au passage, de fines particules provenant soit du bris, soit d'un classement préalable imparfait ; il en résulterait une pollution de l'atmosphère tout à l'entour de l'atelier et aussi une perte de charbon. On y remédie en collectant ces poussières dans une hotte placée au-dessus des caissons et raccordée en circuit partiellement fermé avec le ventilateur qui refoule l'air sous ces caissons.

On emploie de préférence un ventilateur dit turbo-capteur avec deux petits cyclones dont l'un rejette dans l'at-

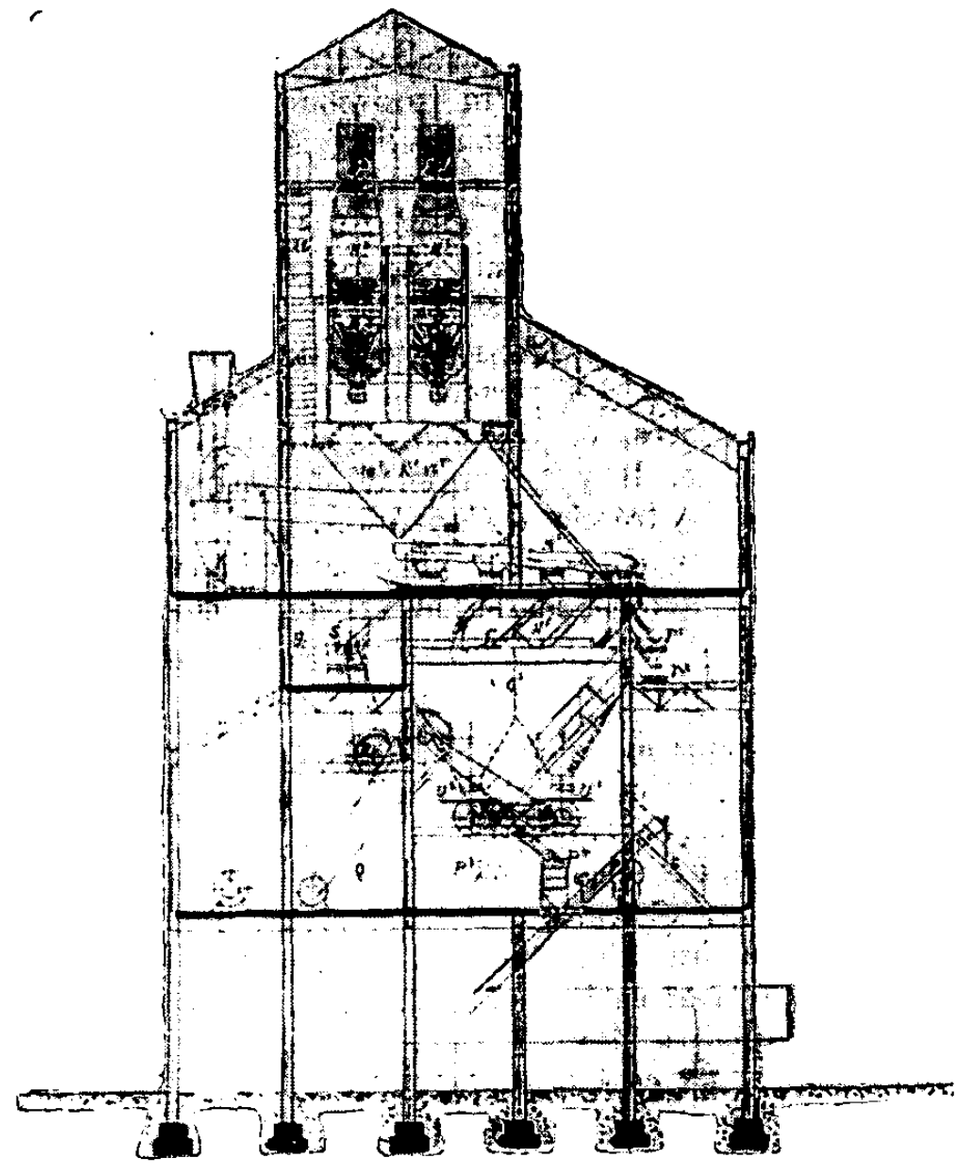


Fig. 5.

mosphère le supplément d'air qui s'introduit entre les caissons et la hotte. La planche B indique la disposition générale ; nous y ajoutons, dans le tableau qui suit, les caractéristiques pour les calibrages les plus généralement traités, c'est-à-dire jusqu'à 30 m/m.

	Catégorie en dessous de 3 m/m	Catégorie 3 à 6 m/m	Catégorie 6 à 15 m/m	Catégorie 15 à 38 m/m
				Tuyaux agrandis
Débit en brut par appareil, en tonnes..	de 7 à 11	15	20	25
Débit d'air aspiré en mèt. cube seconde	2,1	3,12	4,09	5,8
Dépression à l'aspiration en m/m.....	10	22	37,5	15
Pression sous la table, en m/m.....	60	85	100	130
Perte de charge refoulement, m/m..	6	13,2	22,7	10
Pression totale refoulement, m/m....	66	98,2	122,7	140
Différence de pression fournie par le turbo-capteur, m/m..	76	120,2	160,2	155
Puissance absorbée par le turbo-capteur C. V.	6,5	14,7	25	37,5
Vitesse du turbo-capteur, tours-minute	1280	1650	1940	2120
Puissance du moteur à 1.000 tours-minute C. V.....	11	20	30	43

Application aux mines de Bruay. — L'atelier construit aux mines de Bruay a une capacité de 800 à 900 tonnes par jour, soit environ 100 tonnes à l'heure, au moyen de 8 appareils à 4 caissons chacun. Les planches C et D donnent en coupes longitudinale et transversale les parties essentielles de l'installation. On y traite uniquement les fines 0-15 m/m provenant des différents sièges d'extraction ; elles sont elles-mêmes décomposées en quatre grosseurs : 0.5 à 1,5 m/m, 1,5 à 3 m/m, 3 à 6 m/m et 6 à 15 m/m. Le pulvérulent 0-0,5 m/m n'est pas traité, il est en général réincorporé aux produits épurés.

On a mis en œuvre, dans cette installation, la particularité du système qui permet de faire deux catégories des charbons épurés, la plus pure provenant des deux premiers caissons. Il y a par suite, à chaque appareil, deux groupes de trémie d'évacuation.

Les charbons bruts, vu leur provenance diverse, sont à teneur excessivement variable ; pour donner une idée de la marche, nous donnons ci-après les résultats d'une journée prise au hasard.

Teneur en cendres des charbons bruts....	21,5 o/o
Teneur en cendres des pulvérulents 0-0,5 m/m	23 o/o
Teneur en cendres des produits épurés 0,5 à 3 m/m, 1re catégorie.....	7,8 o/o
Teneur en cendres des produits épurés 0,5 à 3 m/m, 2e catégorie.....	9,5 o/o
Teneur en cendres des produits épurés 3 à 6 m/m, 1re catégorie.....	6,1 o/o
Teneur en cendres des produits épurés 3 à 6 m/m, 2e catégorie.....	8,6 o/o
Teneur en cendres des produits épurés 6 à 15 m/m, 1re catégorie.....	5,5 o/o
Teneur en cendres des produits épurés 6 à 15 m/m, 2e catégorie.....	7,8 o/o
Teneur en cendres des schistes.....	72 à 75 o/o
Charbon traité dans le poste.....	886 tonnes

Comme on vient de le voir, ces deux calibrages 0,5 à 1.5 m/m et 1.5 m/m à 3 m/m sont mélangés de suite après épuration pour ne former que le 0,5 à 3 m/m.

Une simple visite de cet atelier permet de se rendre compte que son atmosphère est sensiblement moins poussiéreuse que celle de la plupart des criblages les plus perfectionnés.

V. Charrin.

Construction

La restauration de la flèche de l'église Notre-Dame d'Anvers. — Cette merveille, peut-être sans égale, de l'art gothique, dominant toute la grande ville flamande, vient d'être sauvée de l'écroulement qui la guettait depuis longtemps (1).

La tour, quoique d'une harmonie parfaite, porte les marques très nettes des différentes époques de sa construction. La base du fût est lancéolée, on passe, en montant, au style rayonnant, puis flamboyant, et la flèche elle-même est du flamboyant influencé par l'approche de la Renaissance. Si la base de la tour donne des garanties suffisantes de solidité, il n'en est plus de même du haut du fût et de la flèche. D'une légèreté prodigieuse, cette flèche défie tous les calculs, les matériaux doivent y travailler avec un coefficient de sécurité voisin de l'unité.

Malheureusement, cette audace des maîtres flamands s'accompagnait de fautes techniques, classiques à l'époque, mais dont le temps a mis en évidence la gravité. Le vice de construction le plus important était, sans contredit, l'emploi général de pièces de renforcement en fer noyées dans la maçonnerie sous joint vertical continu. Dès que le jointement livre passage à l'eau, la pièce métallique se rouille, augmente de volume et fait éclater la pierre, à un tel point que M. Van Averbeke, l'architecte de la tour, recherchait systématiquement le doguet ou l'ancrage qui avait provoqué toute fissure repérée. La présence des cloches constituait aussi un danger très grand. Le beffroi construit en bois prenait appui sur des montants, ancrés sous l'amincissement de la tour, et sur d'énormes poutres de chêne; au cours des siècles, les poutres s'étaient décomposées à leurs ancrages dans le mur et le sommet du beffroi oscillait presque librement sur ses montants à cinquante mètres du sol, donnant à chaque volée de cloche des coups de béliers dans les parois de la tour. On aura une idée de la violence de ces chocs en considérant que l'oscillation d'un pendule de deux mètres situé au sommet de la tour passait de 3 cm., valeur atteinte pendant les ouragans, à 11 cm., lorsqu'on mettait les cloches en branle. Les matériaux employés, n'étaient pas non plus, exempts de reproches. La maçonnerie de briques sous parement de pierre ne peut donner de bons résultats que si le revêtement ne s'altère pas; or, le grès lédien dit « pierre de Baslogehm », lorsqu'il contient encore son eau de carrière, s'effrite à la longue, le grès bruxellien dit « pierre de Gobertange » et, les autres grès allemands employés dans la construction de la cathédrale sont poreux et peu résistants aux intempéries. L'état des murs était tel que, par exemple, en enlevant une pierre du parement des noyaux de pinacles de la troisième galerie, ceux-ci se vidèrent complètement.

Pour ces multiples causes, et malgré de nombreuses restaurations (surtout vers 1743 et de 1827 à 1833), la tour menaçait ruine depuis 1873. Les travaux envisagés en 1910, ne purent être qu'entrepris qu'en 1922.

Le projet de M. Van Averbeke fut d'une élégance remarquable. Sur le fût de la tour à 91 mètres du sol, on éleva une flèche de bois enveloppant totalement la flèche de pierre sans y toucher en aucun point, malgré le jeu inévitable d'un échafaudage soumis à toutes les intempéries. Sans entrer dans les détails de construction de cette charpente gigantesque (avec réservoirs contre l'incendie, escaliers, écrans métalliques protégeant les ouvriers, etc...), on peut se rendre compte de l'énorme difficulté de hisser des pièces de 600 kilogs et de 8 mètres de long à 91 mètres au-dessus du sol, au milieu des motifs multiples de sculpture. Grâce à cet échafaudage, les blessures mortelles de la tour purent être longuement examinées et les réparations entreprises.

Après avoir interdit de sonner les cloches, on construisit parmi l'enchevêtrement des vieilles poutres une charpente en béton armé du même type que l'ancienne, mais sans appui sur les murs au niveau des cloches, les pieds reposant, au même niveau que les anciens, sur un plancher soigneusement ancré dans les murs parallèles au plan d'oscillation des cloches, ces murs travaillant donc au cisaillement dans le sens le plus favorable.

Après la réparation des crevasses du fût de la tour et la reconstruction du beffroi, on décida de couler du ciment dans les parois de briques sans toucher au revêtement de pierre, de reconstruire complètement l'escalier

(1) La *Revue des Questions Scientifiques* du 20 novembre 1932.

central de la flèche, les pinacles et les arcs-boutants au-dessus de la troisième galerie et de remplacer tous les ancrages et doguets de fer par des pièces de bronze aussi visibles que possible.

On réalisa ce tour de force de démolir l'escalier central sans toucher à la couronne; celle-ci étant supportée pendant ce temps par quatre maîtresses poutres prenant appui sur une tour de bois octogonale construite à partir de la deuxième galerie et sur les fûts des pinacles de la troisième galerie.

Pour remplacer toutes les parties détruites de l'édifice, on employa des pierres se rapprochant autant que possible des anciennes, mais donnant plus de solidité (pierre d'Euville et calcaire gris argenté de Pouillenay, tous deux du jurassique).

Les anciens plans de la flèche étant disparus, on entreprit le travail prodigieux de mouler sur place tous les motifs (un simple motif en feuille de chardon nécessita 300 moulages partiels). Le sculpteur, M. N. Gerrits, d'Anvers, se chargea alors de restituer les ornements par comparaison entre les différents moulages. Les modèles étant enfin fixés, on reconstitua l'escalier aux chantiers Vlamineckx, à Lokeren. Par la suite, cette reconstitution fut jugée superflue pour les autres motifs.

On avait primitivement l'intention de ne pas sculpter aussi finement que les anciens maîtres flamands, mais au cours des travaux, on s'aperçut que cette finesse des motifs décoratifs était nécessaire à l'écoulement de l'eau.

Les travaux entrepris le 23 juin 1928, furent complètement terminés le 22 mai 1930, un mois avant le délai de l'achèvement. Les seuls moulages ont coûté 350.000 francs, on utilisa plus de 9.000 kilogs de bronze, 137 m³ de pierre de Pouillenay, 68 m³ de pierre d'Euville, 10 m³ de pierre de Baeleghem; l'échafaudage pesait 50.000 kgs, et le soutènement de la lanterne autant. Ces quelques chiffres suffisent à montrer l'ampleur de l'entreprise menée à bien par le Chef du Service des Bâtiments Communaux de la Ville d'Anvers.

CH. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 3 janvier 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S. Mazur* et *W. Orlic* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur les méthodes linéaires de sommation.**

— *N. Botea* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur quelques équations aux dérivées partielles.**

ANALYSIS SITUS. — *A. Denjoy.* — **Sur les polygones d'approximation d'une courbe rectifiable.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *J. Dieudonné.* — **Sur les rayons d'étoilement et de convexité de certaines fonctions.**

GÉOMÉTRIE. — *St. Golab* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur la représentation conforme de l'espace de Finsler sur l'espace euclidien.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *S. Finikoff.* — **Couples de surfaces dont les lignes de courbure se correspondent, les tangentes correspondantes se coupant.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Tchang-Te-Lou* (prés. par M. E. Jouguet). — **Sur lee phénomènes électriques et thermomécaniques pendant l'allumage et la combustion dans un moteur à explosion.**

Le retard dû à l'étincelle pouvant être rendu négligeable, il ne subsiste comme retard au développement de la pression dans un moteur qu'un phénomène moléculaire spécial, de précombustion dont la durée peut être décelée en partant de diagrammes à l'indicateur relevés à l'aide d'appareils ordinaires.

— *Delfosse* et *Swyngedauw* (transm. par M. E. Jouguet). **Sur certaines conditions de fonctionnement des paliers à billes.**

GÉODÉSIE. — *F. Holweck* (prés. par M. Perrier). — **Etude d'un pendule élastique sensible. Contribution à l'établissement du réseau gravimétrique français.**

— *P. Lejay* (prés. par M. Perrier). — **Établissement de la carte gravimétrique du nord de la France.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *S. Soboleff* (prés. par M. Hadamard). — **L'équation d'onde sur la surface logarithmique de Riemann.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *F. Canac* (prés. par M. J. Perrin). — **Etude du mode de corrosion et de la susceptibilité corrosive des métaux par la diffusion de la lumière.**

Une surface métallique corrodée diffuse davantage la lumière. Cet effet de diffusion a été soumis à des mesures précises. Après une série de bains successifs dans un liquide corrodant, suivis de lavages et de brossages, la surface corrodée était éclairée par un faisceau parallèle et sous une incidence constante (30°) et, avec un photomètre de Blondel on a mesuré l'intensité de la lumière diffusée sous un angle déterminé (15°). On a pu ainsi tracer une courbe de cette intensité en fonction du temps d'attaque.

MÉTALLURGIE. — *R. de Fleury* et *A. Caillon* (prés. par M. Matignon). — **Composition et mode d'emploi de flux assurant la protection du métal, son affinage et l'élimination des chlorures dans la fonderie du magnésium.**

L'emploi de trois flux est nécessaire :

1° Un flux de base, ayant un rôle protecteur, composé de : $MgCl^2$, 60 p. 100; NaCl. 40 p. 100;

2° Un flux correctif (20 p. 100 en poids du flux de base) qui donne au mélange des deux flux la densité et la viscosité voulues. Il est composé de : MgF^2, 50 p. 100, B^2O^5, 50 %, ou bien MgF^2, 35 p. 100, BaF^2, 15 p. 100, B^2O^3, 50 p. 100.

3° Un flux de coulée composé de B^2O^3, 15 p. 100: $B^4O^7Na^2$, 85 p. 100. Ce flux doit être exempt de chlorure et préparé avec des produits strictement anhydres.

L. FRANCHET.

GÉOLOGIE. — *H. Douvillé, M. Solignac* et *E. Berkalloff.* — **Découverte du Permien marin au Djebel Tébaya (Extrême sud tunisien).**

Les formations de ce massif ont été jusqu'ici confondues avec le Trias. Mais la faune renferme plusieurs espèces de Fusalinidés caractéristiques du Permien. Certains de ces fossiles ont des affinités asiatiques; d'autres, des affinités américaines. Les couches du Tébaga sont d'âge permien moyen et supérieur. La découverte du Permien marin dans l'Extrême-Sud tunisien permet de reculer, vers le Sud, les limites antérieurement assignées, dans cette zone, au bord méridional du géosynclinal néopaléozoïque de la Thétys.

— *E. Aubert de la Rüe.* — **Sur quelques gîtes minéraux des îles Saint-Pierre et Miquelon.**

L'auteur a découvert plusieurs gisements de minerais de

fer et quelques indices de cuivre. Il signale, comme curiosité minéralogique, la présence, en certains points, d'un épidote manganésifère.

VOLCANOLOGIE. — *H. Arsandaux.* — **Sur l'origine du dôme secondaire de la montagne Pelée.**

Le dôme secondaire a dû s'ériger à la partie supérieure du dôme primaire et ses racines plongeraient dans la masse de celui-ci. Il n'a pas surgi d'un évidement; il constitue une sorte de manifestation attardée de la croissance du dôme primaire.

CRYPTOGAMIE. — *L. Grigoraki* (prés. par M. Mangin). — **Sur un nouveau milieu de conservation des dermatophytes (Pléomorphisme, caractères acquis, spécificité tissulaire).**

Le pléomorphisme des dermatophytes cultivés sur certains milieux a, pour cause, la densité de leur protophasme, modifiée par le changement de milieu. Le milieu naturel est riche en lipoïdes. L'auteur a préparé un milieu à base de gélose, pulpe de rate de veau fraîche et peptone qui a permis l'évolution rapide et sans pléomorphisme de diverses espèces.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *F. Vlès* (prés. par M. d'Arsonval). — **Recherches sur l'intervention des conditions électriques dans la croissance des enfants.**

Des nourrissons ont été successivement : isolés du sol pendant huit jours, puis connectés avec lui et leur croissance comparée pendant les deux périodes successives. Les enfants en état d'isolement ont présenté des courbes de croissance en poids dont les pentes générales étaient plus fortes que lors de la connexion au sol (en période de forte déperdition). En période de déperdition faible, les différences sont atténuées et même inversées. On a pu, ainsi, préciser la constante d'inversion, indispensable pour l'établissement du calcul du « coefficient de circulation efficace ». Des phénomènes de même ordre avaient été constatés antérieurement sur d'autres organismes que l'homme.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *C. Sannié* et *R. Truhaut* (prés. par M. Desgrez). — **Le pouvoir mercuro-réducteur de certains acides aminés.**

Divers acides aminés réduisent les sels de mercure; d'autres, non. La présence des premiers peut intervenir dans le pouvoir mercuro-réducteur de l'urine normale. Elle peut intervenir aussi dans le cas du plasma : le sucre protéidique ne serait pas, alors, constitué uniquement par des sucres; à ceux-ci s'ajouteraient des substances azotées.

BIOLOGIE EXPERIMENTALE. — *J. Basset* et *M.-A. Machebœuf* (prés. par M. Roux). — **Etudes sur les effets biologiques des ultra-pressions. Etudes sur l'immunité: influence des pressions très élevées sur certains antigènes et anticorps.**

La toxine tétanique inactivée par pression à 13.500 atm. ne possède aucune propriété immunisante; elle n'est pas une anatoxine. Une pression de 13,500 atm., qui dénature très profondément et insolubilise la majeure partie des protéides du sérum est loin de détruire la totalité de l'activité antitoxique de ce sérum.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *A. Lacassagne* (prés. par M. Roux). — **Tumeurs malignes provoquées, chez le lapin, par l'irradiation de foyers inflammatoires.**

L'irradiation d'un foyer inflammatoire semble pouvoir provoquer localement l'apparition d'un néoplasme malin, que l'origine de cette inflammation soit infectieuse (*Streptobacillus caviæ*) ou aseptique (terre de Diatomées stérile). On peut supposer que l'inflammation exerce sur les cellules du territoire irradié une action préparante, en leur rendant, par exemple, une capacité cinétique, ou en les modifiant dans tout autre sens qui leur donne momentanément une sensibilité spéciale aux rayons.

M. Mascré.

Séance du 9 janvier 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S. Banach* et *S. Mazur* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur la dimension linéaire des espaces fonctionnels.**

— *J. Schauder* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur les équations linéaires aux dérivées partielles du type elliptique.**

— *C. Jacob* (prés. par M. H. Villat). — **Sur un problème mixte dans l'anneau circulaire.**

GÉOMÉTRIE ALGÉBRIQUE. — *P. Dubreil.* — **Sur les intersections totales mixtes dans l'espace à trois dimensions.**

CALCUL GRAPHOMÉCANIQUE. — *J. Colomb* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur le planimètre d'Amsler.**

CALCUL NOMOMÉCANIQUE. — *P. Ravigneaux* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur un nouvel appareil de calcul avec échelles logarithmiques.**

ÉLASTICITÉ. — *L. Lecornu.* — **Sur la rotation variable d'un solide de révolution.**

CHRONOMÉTRIE. — *G. P. Arcay* (prés. par M. A. Cotton). — **De l'influence des trépidations sur la marche des chronomètres.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *C. Woronetz* (prés. par M. H. Villat). — **L'influence de la température sur la stabilité des mouvements giratoires des fluides.**

ASTROPHYSIQUE. — *J. Dufay* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Brillance des nébuleuses extragalactiques et absorption de la lumière dans la Voie lactée.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *S. Soboleff* (prés. par M. Hadamard). — **Sur un problème de la diffraction des ondes.**

POLARISATION ROTATOIRE MAGNÉTIQUE. — *R. de Mallemann* et *P. Gabiano* (prés. par M. A. Cotton). — **Pouvoir rotatoire magnétique du chlore et de l'acide chlorhydrique gazeux.**

PHOTOGRAPHIE. — *Ny-Tsi-Ze* et *Chien Ling-Chao* (prés. par M. Ch. Fabry). — **L'influence de la pression sur la sensibilité photographique aux diverses radiations monochromatiques.**

L'influence de la pression varie énormément avec la longueur d'onde du rayonnement utilisé, et décroît quand la longueur d'onde diminue. Pour les radiations jaunes ou vertes, une pression de quelques dizaines de kilogrammes par centimètre carré suffit pour produire un effet important, tandis que pour la radiation 3131, il faut aller jusqu'à un millier de kilogrammes par centimètre carré pour avoir un résultat nettement observable.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Mlle Suzanne Veil* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les rythmicités de cristallisation, provoquées par la diffusion des carbonates alcalins au sein de la gélatine.**

Les rythmicités de cristallisation, susceptibles d'être provoquées par la diffusion pure et simple d'un sel unique dans la gélatine, sont entièrement comparables aux périodicités de certaines réactions de précipitation. L'analogie mérite d'être prise en considération pour l'interprétation de la précipitation périodique de Liesegang dont les cir-

constances ne sembleraient alors qu'une manifestation de caractères beaucoup plus généraux. En outre, l'étroite parenté des formations décrites par l'auteur et des microformations de Hofsan, tendrait à faire écarter la présence du gel du nombre des facteurs essentiels de la périodicité observée.

CHIMIE MINÉRALE. — *E. Carrière* et *Carlini* (prés. par M. Matignon). — **Décomposition de l'acide hydrosulfureux en solution étendue à la température d'ébullition.**

La décomposition de l'acide hyposulfureux est au point de vue cinétique, monomoléculaire autocatalytique durant le premier quart d'heure qui suit l'établissement de l'ébullition. Au cours de cette durée, plus de 80 p. 100 de l'acide hyposulfureux est décomposé. M. Jableczenski et Mme W. Rytel étaient arrivés de la même conclusion en se basant sur des mesures de l'opacité due au soufre précipité. L'influence accélératrice est attribuée au soufre engendré qui se concrète.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Pinguet* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur l'oxyallantoïne.**

— *C. Matignon* et *M. Séou.* — **Action de la vapeur d'eau sur l'hexane et le benzène.**

Il paraît possible d'obtenir de l'hydrogène et du gaz carbonique à partir de carbures liquides légers comme l'hexane, ou de carbures cycliques comme le benzène, à condition, sans doute, d'effectuer plusieurs traitements successifs par la vapeur d'eau; l'augmentation de la vapeur d'eau pouvant compenser dans une certaine mesure la durée de contact.

— *Pariselle* et *Barbier* prés. par M. G. Urbain). — **Contribution à l'étude des tartrates de cadmium.**

— *P. Carré* et *D. Libermann* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'acide α-phényl-γ-oxybutyrique et sa lactone.**

— *Wiemann* (prés. par M Matignon), — **Synthèse du vinylpropénylglycol.**

L'auteur est parti de l'hydrogénation d'un mélange fait, dans des proportions moléculaires,, d'acroléine et d'aldéhyde crotonique.

— *Mme Ramart-Lucas* et *Mlle Wohl* (prés. par M. Delépine). — **Couleur et structure des amides.**

Les résultats de cette étude permettent de considérer qu'à l'état liquide ou dissous, ce qu'on appelle une amide (non substituée ou monosubstituée) est réellement un mélange de deux isomères en équilibre, amide et iminoalcool.

— *Mme Bruzeau* (prés. par M. Delépine). — **Sur le dédoublement spontané en isomères actifs de la méthoxy-4-*ms*-méthyldésoxybenzoïne :**

$$C^6H^5.CH(CH^3).CO.C^6H^4.OCH^3$$

OCÉANOGRAPHIE. — *Idrac* (prés. par M. J.-B. Charcot). — **Sur un appareil permettant de mesurer et d'enregistrer les courants verticaux sous-marins et sous-lacustres.**

L'appareil se compose en principe d'une hélice à axe vertical, et à palettes légèrement inclinées sur l'horizontale, montée dans un carter agencé d'une façon spéciale. L'hélice met en marche un contact tournant agencé de manière à ne pas être influencé par les phénomènes d'électrolyse et muni de coupures présentant l'allure de signaux morses.

L'appareil commence à donner des indications à partir d'un courant vertical de 3 cm. par seconde; il peut être descendu à plusieurs centaines de mètres de profondeur.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *F. Roman* et *M. Gautier* (prés. par M. Jacob). — **Sur la présence d'un niveau pyriteux bathonien dans la région de Rar-el-Maden, près Nemours (Oran).**

L'ensemble des assises forme un synclinal suivi d'un anticlinal, les deux couchés vers le Nord. L'axe du synclinal est constitué par des marnes sans fossiles (Callovien ?), tandis que le noyau de l'anticlinal du versant Sud est en Infra-Lias. Le tout est recouvert par la transgression burdigalienne. Le géosynclinal méditerranéen atteint la région de Nemours, mais ne la dépasse guère vers le Sud.

CRYPTOGAMIE. — *J. Duché* (prés. par M. Mangin). — **De l'obtention de clones à propriétés fixes chez les *Actinomyces*.**

La variabilité des *Actinomyces* a été exagérée. On peut obtenir des cultures pures de souches, d'origine monosperme, dont les propriétés morphologiques et biochimiques n'ont pas varié. Mais l'obtention d'une spore ou d'une arthrospore isolée est difficile. On peut considérer que les *Actinomyces* forment des séries à propriétés fixes, des « clones » suivant l'expression de A. Chodat; il est possible de créer une systématique des *Actinomyces*.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Daniel.* — **Sur des modifications de la fonction de réserve chez divers végétaux soumis à l'arrosage intermittent.**

Des Choux-raves, dont le tubercule caulinaire se développe complètement au-dessus du sol, et des Radis roses dont le tubercule s'enfonce presque entièrement dans la terre, ont été soumis simultanément à des alternatives de sécheresse et d'humidité. On obtient ainsi des modifications des tubercules qui montrent que la fonction de réserve et ses variations sont en étroite relation avec la météorologie particulière des années et peuvent être influencées jusqu'à un certain point par les soins de l'agriculteur.

ZOOLOGIE. — *J. Millot* (prés. par M. Caullery). — **Position systématique des Araignées du genre *Liphistius*, d'après leur anatomie interne.**

Ces Araignées d'Extrême-Orient présentent, chez l'appareil nerveux et chez l'appareil circulatoire, des restes indiscutables de métamérisation interne; ces restes témoignent que les Liphistiides sont des Araignées primitives d'un très grand intérêt, reliant les Aranéides aux Pédipalpes : elles semblent très voisines des Arthrolycosidés et des Arthromygalidés du Carbonifère et n'auraient guère évolué depuis cette époque.

PHARMACOLOGIE. — *R Hamet* (prés. par M. Richet). — **Variabilité des effets de la spartéine sur l'intestin *in situ*.**

La variabilité de cette action, suivant les individus, distingue la spartéine de la nicotine, malgré qu'elle se rapproche de celle-ci par certains caractères biologiques. Comme elle paralyse les synapses ganglionnaires et que son action sur l'intestin varie avec les individus, on peut penser qu'elle élimine l'influence des centres sur l'intestin. Il semblerait, dès lors, logique de l'utiliser dans les troubles intestinaux d'origine nerveuse.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *P. Fabre* et *P. Faidherbe* (prés. par M. d'Arsonval). — **Constance de la pente limite ; variations inverses de la chronaxie et de la constante linéaire au cours de l'électrotonus des nerfs.**

Il n'y a pas pas parallélisme entre la constante linéaire et la chronaxie, qui varient en raison inverse, leur produit

demeurant constant. La constante linéaire, quotient de la rhéobase par la pente limite varie comme la rhéobase, donc en raison inverse de la chronaxie. Les expériences ont permis de vérifier le fait expérimental nouveau de la constance de la pente limite au cours de l'électrotonus.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Z.-M. Bacq* et *V. Henri* (prés. par M. Perrin). — **Preuve spectrographique de la formation de substances par excitation des nerfs cardiaques.**

L'un des auteurs supposait que, entre la fibre sympathique postganglionnaire et la cellule réceptrice, se forme une substance (sympathine) qui diffuse dans l'organisme. En excitant le cœur de la grenouille par l'intermédiaire du tronc vagosympathique, on provoque l'apparition, dans le liquide de perfusion, de substances produites dans le cœur; cette apparition de substance est accusée par les modifications du spectre d'absorption du liquide dans l'ultra-violet.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *G. Sandulesco, Wang Wen Tchung* — *A. Girard* (prés. par M. Fosse). — **Contribution à la connaissance des hormones sexuelles femelles.**

Les auteurs ont pu préparer divers dérivés complexes de l'équilénine avec l'acide picrique et d'autres polynitrophénols. La folliculine donne aussi une combinaison picrique cristallisée. La folliculine de l'urine de femme ne renferme pas d'équilénine. Celle-ci existait dans tous les échantillons d'hormones de jument examinés. L'équilénine paraît devoir jouer un rôle important dans l'étude de la constitution des hormones femelles, grâce aux possibilités de coupures et de transformations toutes particulières qu'offre le noyau naphtolique.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Auguste Mesnager vient de mourir. Il avait été élu, dans la Section de Mécanique en 1920, en remplacement de Marcel Deprez.

Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, il fut Professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées et au Conservatoire des Arts et Métiers. Il était Inspecteur général des Ponts et Chaussées. Il laisse d'importants travaux sur l'élasticité et la résistance des matériaux. Parmi les grandes constructions auxquelles son nom restera attaché, l'une des plus célèbres est celle du grand pont de la Balme sur le Rhône.

Création d'un Observatoire maritime à Biarritz. — La ville de Biarritz et le département des Basses-Pyrénées ont décidé la création d'un Observatoire maritime, destiné à fournir d'utiles renseignements météorologiques sur la côte basque et le Golfe de Biscaye, en particulier, pour la prévision des Galernes, bourrasques subites, très redoutées des pêcheurs. On y utilisera de nouvelles méthodes tirées de l'observation solaire, des phénomènes électromagnétiques, des courants telluriques, des vibrations des conducteurs aériens; méthodes dues à M. Nodon. L'Observatoire sera en communication par T. S. F. avec l'Observatoire météorologique de San-Sebastian, et publiera comme ce dernier, un bulletin journalier local. Les pêcheurs seront alertés en cas de danger. L'Observatoire sera prochainement installé dans l'Institut Océanographique dont la construction est à peu près terminée. Cet Institut est situé au bas de l'Atalaye, face au Rocher de la Vierge ; au bord de l'Océan.

La direction de l'Observatoire a été confiée à M. Albert Nodon.

Société française de Physique. — *L'Exposition et les Séances annuelles* auront lieu dans la semaine de Pâques, époque à laquelle elles ont été ramenées.

Pour permettre la visite de l'Exposition et l'assistance aux séances aussi bien aux Sociétaires de Paris qu'à ceux de province, la date a été fixée aux vendredi 21 avril, samedi 22, lundi 24 et mardi 25 avril.

D'autre part, pour pouvoir répondre à la demande d'un plus grand nombre d'Exposants et pour faciliter leur groupement, l'Exposition sera organisée dans la Salle des Fêtes du Lycée Louis-le-Grand (entrée, 4, rue Cujas).

L'Exposition pourra être ouverte en outre le dimanche 23 avril si la majorité des Exposants le demande.

Tout Sociétaire peut prendre part à cette Exposition en avisant dès maintenant et au plus tard avant le 15 mars, M. J. Hulot, agent général de la Société, 8, rue Daguerre, Paris (14e), et en lui indiquant :

1° La nature des expériences ou des appareils exposés (la liste en sera publiée dans un numéro spécial du Bulletin avant l'Exposition).

2° La superficie à occuper.

3° S'il y a lieu, la puissance électrique (courant alternatif ou continu) nécessaire.

Les tables nécessaires à l'installation des expériences doivent être fournies par les exposants.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. le Professeurs F.-G. Bénédict, de Boston, Directeur du Laboratoire de la Nutrition de l'Institut Carnegie de Washington, a traité, en français, le sujet suivant : « *La Physiologie des grandes Tortues et des Serpents, et ses relations avec la Physiologie Lunaire* ». Cette Conférence a eu lieu le 18 février.

— Un emploi de Maître de Conférences de Géographie physique est créé. L'emploi de Chef des Travaux est supprimé.

— *Soutenances de thèses.* — 9 février. — M. Pallu : « *Neutralisation de l'acide phosphorique* ». (Doctorat d'Université).

16 février. — M. Volkonsky : « *Digestion nitra-cellulaire et accumulation des colorants acides. Etude cytologique des cellules sanguines des Sipunculidés* ».

Ecole Supérieure des Mines. — *Concours de 1933.* — 1° *Elèves titulaires français.* — Un concours d'admission à l'Ecole nationale supérieure des Mines de Paris pour des places d'élèves titulaires français s'ouvrira à Paris le mardi 16 mai 1933 dans les conditions fixées au *Journal Officiel* des 22/8/31 et 31/1/33. Les candidats doivent avoir 17 ans au moins au 1/1/33 et moins de 21 ans. Le maximum d'admissions à prononcer à la suite du concours est fixé à 40. Les demandes de participation au concours devront parvenir, avant le 1/4/33, au directeur de l'Ecole des Mines, 60, boulevard Saint-Michel, Paris (6e).

2° *Elèves titulaires étrangers.* — Un concours d'admission à l'Ecole nationale supérieure des Mines de Paris pour des places d'élèves titulaires étrangers s'ouvrira également à Paris le 16 mai 1933. Les candidats étrangers doivent avoir 17 ans au moins au 31/1/33, mais ne sont

soumis à aucune limite d'âge supérieure. Le nombre maximum de places mises au concours est fixé à 8.

Ecole Navale. — Le nombre des candidats à admettre en 1933 est fixé à 60.

Des exercices aériens sont prévus au programme.

Conservatoire National des Arts-et-Métiers. — Les conférences de Bromatologie — étude des aliments envisagés au triple point de vue de leur origine et production, de leur constitution chimique, de leur conservation, préparation et industrialisation — commenceront le mardi 14 février, à 17 h. 15, et se continueront les mois suivants les mardi et jeudi, 292, rue Saint-Martin, à 17 h. 15.

Cet enseignement, particulièrement destiné à la formation professionnelle du personnel dirigeant et technique des industries et commerces de l'alimentation, reste ouvert à tout auditeur, désireux de s'y faire inscrire.

Cette année seront traités :

Aliments d'origine coloniale.

Aliments fournis par les pêches : poissons, crustacés.

Graisses alimentaires.

Fruits.

Pour inscription, écrire au Conservatoire national des Arts-et-Métiers, 292, rue Saint-Martin, Paris (3e).

Université de Rennes. — *Faculté des Sciences.* — M. Bordas, Professeur de Zoologie, est nommé Professeur honoraire.

Université de Toulouse. — *Faculté des Sciences.* — *Soutenance de thèse.* — M. Laurent a soutenu la thèse suivante : « *La végétation des terres salées du Roussillon* ».

Université de Nancy. — *Faculté des Sciences.* — M. Petit, Professeur de Chimie agricole, est nommé Professeur honoraire.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Description géométrique détaillée des Alpes Françaises, par M. Paul Helbronner, Membre de l'Institut, Ancien élève de l'Ecole Polytechnique. Tome VII, *Massif de la Haute-Maurienne*, gr. in-4° de 620 pages, avec 31 panoramas photographiques. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 800 francs. Les panoramas tirés à part et réunis dans un emboîtage spécial : 400 francs.

M. Helbronner poursuit son œuvre magistrale qui restera l'un des monuments les plus considérables de la Géodésie française. Ont déjà paru les travaux relatifs aux régions suivantes : Chaîne méridienne de Savoie. — Massifs du Chablais et du Faucigny; Versant français du Massif du Mont-Blanc. — Massifs entre Arve et Isère. — Massifs des Bauges et de la Grande-Chartreuse. — Massifs d'Allevard, des Sept-Laux, de Belledonne, des Grandes-Rousses et des Arves. — Massifs de Tarentaise. — Massifs de Haute-Maurienne. — Chaîne méridienne de Dauphiné-Provence. — Jonction géodésique directe de la Corse au Continent français. Chaîne méridienne de Corse. Mesure de l'Arc du Méridien des Alpes françaises.

M. Paul Helbronner a présenté à l'Académie des Sciences, le tome VII de son gigantesque travail. Il s'est exprimé en ces termes :

« Avec ce Tome Septième consacré aux réseaux que j'ai constitués en Haute-Maurienne, achève de se combler la lacune que, par suite de circonstances techniques, j'avais dû laisser se créer au milieu de la suite rationnelle de la présentation de mes résultats. Ceux-ci proviennent pour ce Tome Septième surtout des campagnes effectuées sur le terrain de 1908 à 1911. Désormais du Tome Premier au Tome Neuvième inclus, en y comprenant l'Annexe du Tome Second, spécial à une iconographie en couleurs du mont Blanc, il ne se présente plus aucune solution de continuité : géographiquement toute la région comprise entre le Sud du Léman et le Nord de la vallée de la Romanche, à l'Est des plaines du Rhône et à l'Ouest de la frontière franco-italienne est ainsi mise à jour en ce qui concerne le détail des triangulations dont la trame fondamentale est entièrement publiée jusqu'au détroit de Bonifacio, tandis qu'un arc méridien de 37 degrés calculé du Nord de la Norvège jusqu'au Sahara, l'enchâsse dans sa partie moyenne.

« Il restera à donner les trois Volumes X, XI et XII et l'Annexe du Tome X comprenant le tour d'horizon en couleurs du sommet du Pelvoux. Le premier de ces quatre éléments qui, vraisemblablement, sera le plus volumineux des quatorze constituant la totalité de l'œuvre, décrira les massifs du Champsaur, du Dévoluy, des Ecrins et du Pelvoux. J'espère pouvoir le présenter d'ici un an et demi. Le suivant (XI) portera sur les massifs encaissants des bassins du Guil et de l'Ubaye; et le dernier (XII) sur ceux des Alpes Maritimes en se terminant probablement par plusieurs tables générales. Si la chance continue à me favoriser, tout cet ensemble doit être achevé avant la fin de 1936.

« Dès à présent, environ cinq mille tours d'horizon géodésiques compensés, sont ainsi publiés, dont une grande partie des résultats a été communiquée, au fur et à mesure de leurs besoins, à des services publics et aussi à des travailleurs isolés, attelés à des problèmes d'ordre scientifique ou simplement touristique. Ces tours d'horizon, qui sont contenus dans environ 6.000 pages de texte in-4°, donnent les valeurs des coordonnées géographiques (latitude et longitude au millième de seconde d'arc) de leur centre et celle de leur altitude (au décimètre), ainsi que les valeurs de plus de 55.000 longueurs de côtés (en centimètres et à la sixième décimale logarithmique) et de plus de 110.000 directions azimutales (à la seconde centésimale).

« 162 panoramas photographiques de sommets, reproduits par la similigravure, illustrent actuellement cette documentation mathématique et reproduisent des tours d'horizon complets à une échelle constante, en général sur plus de 2m de développement. Une vingtaine de cartes, à l'échelle du 50.000e, permettent de situer les positions déterminées. Différents schémas à des échelles variées éclairent, d'autre part, des enchaînements calculés par compensations analytiques. Enfin une quarantaine de planches, placées surtout dans le Tome IX, relatif à la Corse, donnent des reproductions de signaux et d'instruments ou des vues d'ensemble qui, sans avoir l'ampleur des grands panoramas de sommets, ont justifié leur présentation par leurs particularités scientifiques, par leur aspect artistique ou par l'intérêt des silhouettes des crêtes qui y sont figurées.

S. R.

Calculs et artifices de relativité, par G. Bessière. In-8° de 84 pages. Dunod, éditeur, Paris 1932. — Prix : 12 francs.

Pour faire comprendre au lecteur le but que s'est proposé l'auteur en écrivant son livre, nous ne saurions

mieux faire que de citer le passage suivant de la préface : « Nous y exposons d'abord, écrit l'auteur, une méthode que nous appelons lorentzienne, laquelle vérifie toutes les observations astronomiques et physiques et confirme néanmoins la loi de Newton, en partant du groupe de Lorentz interprété dans l'esprit même où il a été inventé. Cette méthode consiste à calquer strictement la transformation des angles et des arcs sur la transformation lorentzienne des longueurs. On verra qu'elle nous fournit, pour tous les problèmes, des chiffres très satisfaisants et une interprétation qui, tout en « sauvant les phénomènes » sauve, par surcroît, les principes classiques et la loi de Newton. »

A. Bc.

Traité de Pyrométrie Optique, par GUSTAVE RIBAUD, Professeur à la Faculté des Sciences de Strasbourg, directeur du Laboratoire de Pyrométrie de la Fondation Edmond de Rothschild. Préface de M. CH. FABRY. In-8° de 485 pages avec 163 figures, (*Encyclopédie photométrique*). Edition de la Revue d'Optique théorique et instrumentale, Paris. — Prix : 95 francs.

En annonçant bien tardivement cet ouvrage, nous tenons à témoigner de son intérêt et de sa grande valeur. L'ensemble de la pyrométrie se trouve exposé dans d'excellents traités, mais dans aucun la place nécessairement réduite laissée à la pyrométrie optique n'a permis de lui donner le développement qu'elle peut et doit comporter. M. Fabry fait remarquer dans sa préface que le problème de la mesure des températures très élevées n'a été réellement résolu que le jour où l'on a réussi à s'affranchir de tout thermomètre matériel porté à la température que l'on veut mesurer. Cela ne s'est trouvé possible qu'en prenant comme méthode de mesure l'examen du rayonnement émis par le corps dont on cherche la température. Cette méthode soulève des questions multiples et complexes et un Traité de Pyrométrie optique répond à un très réel besoin. M. Ribaud qui possède sur ce sujet une longue pratique personnelle était particulièrement qualifié pour l'écrire. L'énumération des sujets des chapitres montre qu'aucun sujet important n'a été passé. L'ouvrage est une mine de renseignements. Indispensable à ceux qui ont à faire des mesures de températures, il sera consulté avec fruit par toutes les personnes qui s'intéressent à la production de la lumière, et par tous les physiciens. Il fait grand honneur à son auteur et à cette *Encyclopédie photométrique* que l'Institut d'Optique a eu l'heureuse idée d'entreprendre.

Voiie les titres des chapitres : La pyrométrie des hautes températures. — Définitions et notations. — Propriétés optiques des corps. — Lois du rayonnement du corps noir. — Vérifications expérimentales des lois du rayonnement du corps noir. — Pouvoir émissifs monochromatiques des corps non noirs. — Température de couleur. — Radiance énergétique des corps non noirs. — Emission de lumière par les corps non noirs. — Le pyromètre optique monochromatique, instrument d'extrapolation; systèmes de réduction. — Spectropyromètres. — Longueur d'onde effective d'un système pseudomonochromatique. — Choix des verres colorés utilisés en pyrométrie optique; verres rouges. — Les verres absorbants neutres en pyrométrie optique. — Réalisation du corps noir. — Description des divers pyromètres monochromatiques. — Pyromètre optique à disparition du filament. — Lampes pyrométriques étalons à filament plat. — Points fixes repères. — Pyromètres à radiation totale. — Rayonnement et pyrométrie de quelques sources lumineuses.

.J B.

La propagation des ondes électromagnétiques. Exposé des connaissances acquises; synthèse des idées et des théories, par PAUL LABAT, capitaine de génie, ancien élève de l'Ecole Polytechnique. In-8° de 445 pages avec 66 figures. Gauthier-Villars, éditeurs. Paris. — Prix : 80 francs.

Le mode de propagation des ondes électromagnétiques est un problème qui intéresse au plus haut point à la fois la radio-électricité et la géophysique. Intimement liés aux propriétés des milieux traversés, les phénomènes de la propagation des ondes s'éclaireiraient par la connaissance des lois qui régissent le caractère physique variable dans l'espace et le temps de l'atmosphère terrestre. Malheureusement ces lois sont très incertaines ; la basse atmosphère, pourtant à portée de nos observations, est fort mal connue ; que dire de la haute atmosphère dans lesquels les phénomènes essentiels ont leur siège ? Aussi est-ce peut-être, inversement, par l'étude de la propagation des ondes que la géophysique apprendra à connaître quelques-unes des propriétés fondamentales de la haute atmosphère. Si l'on n'aboutit pas dans la recherche de lois mathématiques ou physiques, du moins peut-on espérer établir par l'expérience entre les phénomènes de propagation et les états variables de l'atmosphère et des espaces intersidéraux des relations qui feront des transmissions radioélectriques un moyen de sondage, empirique mais fécond, des milieux inaccessibles.

La propagation des ondes électromagnétiques a fait l'objet d'un nombre considérable d'études théoriques ou expérimentales ; mais nous n'en connaissons pas d'exposé systématique en dehors de l'ouvrage que nous présentons au lecteur. Dans cet ouvrage, le capitaine Labat a cherché à donner une base de travail pour les recherches et à faire le point des théories et des hypothèses essentielles publiées jusqu'à ce jour. Le plan, dans ses grandes lignes, est le suivant :

Dans une première partie sont exposées les propriétés reconnues ou supposées du milieu de propagation, c'est-à-dire de l'atmosphère terrestre dans toute son étendue. La deuxième partie est consacrée à l'étude des théories mathématiques de la propagation des ondes électromagnétiques en milieu ionisé. La troisième partie est une synthèse des hypothèses et des théories physiques visant le processus même de la propagation. Une bibliographie très complète termine l'ouvrage.

Le général Ferrié avait eu connaissance de l'ouvrage du capitaine Labat. Il l'appréciait au plus haut point, et il avait vivement insisté pour qu'il fût publié. C'est dire la haute valeur de l'ouvrage.

J. B.

Introduction à l'étude de la résistance des matériaux, par M. JEAN VILLEY. In-8° de 76 pages (du *Mémorial des Sciences physiques*). Gauthier-Villars, éditeur, Paris, 1932. — Prix : 15 francs.

Dans le présent fascicule du « Mémorial des Sciences Physiques », M. J. Villey nous donne une étude de la résistance des matériaux qui sort des exposés habituels sur le même sujet. Alors qu'on oppose très arbitrairement les conceptions qui servent de point de départ pour l'étude de la résistance des matériaux à celles qui sont à la base des théories de l'élasticité, M. J. Villey s'est proposé de faire comprendre les approximations et les méthodes de calcul de la théorie de la résistance des matériaux en faisant appel aux éléments essentiels de la théorie de l'élasticité. Comme il l'écrit fort justement, il est, en effet, impossible de « comprendre la valeur et même la signification de ces approximations sans une notion claire de

ce que sont les tensions élastiques en un point et les relations obligées entre leurs composantes tangentielles. »

La monographie très claire de M. Villey comprend successivement l'étude des tensions en un point, celle des déformations au voisinage d'un point, l'exposé des lois des déformations élastiques, la traction d'une barre, la compression, la flexion circulaire, l'approximation de la résistance des matériaux, les flexions planes non circulaires. En terminant cette étude, qui sera fort appréciée des physiciens et des ingénieurs, M. J. Villey peut écrire, en confirmation de l'idée générale qui lui a servi de guide « ce qu'il importe de bien comprendre et de retenir, comme conclusion à l'examen de cet enchaînement de problèmes de plus en plus complexes, c'est qu'ils ne relèvent pas de deux disciplines distinctes. Une seule théorie est à la base de ces études, c'est la théorie de l'Elasticité ; et lorsqu'elle conduit, dans certains cas particuliers, à introduire et à justifier des approximations qui simplifient beaucoup les calculs, ce n'est pas une raison pour considérer ces applications comme constituant une science distincte. »

A. Bc.

Couleurs (étude physique) et colorimétrie, par P. Fleury. In-8° de 34 pages. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 5 francs.

Tous ceux qui se servent de matières colorantes se sont rendu compte de l'intérêt qu'il y aurait à pouvoir repérer sans ambiguité chaque couleur par une ou plusieurs caractéristiques numériques d'une interprétation facile. Cette question intéresse non seulement les beaux-arts mais un grand nombre d'industries. On s'est efforcé de l'aborder par des méthodes physiques. C'est l'exposé des efforts tentés dans cette voie que retrace M. Fleury dans une monographie documentée et rédigée avec clarté, au cours de laquelle il aborde successivement : l'étude des lumières colorées et des corps colorés et, d'une manière générale, celle des colorimètres. Il montre que la détermination complète d'une couleur ne peut être faite sans arbitraire et avec assez de précision que par l'emploi simultané d'un spectrophotomètre et d'un colorimètre, analogues à ceux de Nutting ou de Priest, appareils d'ailleurs coûteux et jusqu'ici peu répandus en France. Il existe cependant, aux Etats-Unis, en Angleterre et en Allemagne, des laboratoires colorimétriques qui possèdent un personnel nombreux et un matériel perfectionné grâce à l'appui d'industriels auxquels ils rendent des services importants. M. Fleury souhaite, en terminant, qu'un tel laboratoire puisse être organisé en France dans des conditions analogues.

A. Bc.

Traité de Cytologie végétale, par A. Guilliermond, Professeur à la Sorbonne, G. Mangenot, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Rennes et L. Plantefol, Sous-directeur de Laboratoire au Collège de France. Gd. in-8° de 1195 pages, avec 464 figures. E. Le François, éditeur, Paris. — Prix : 250 francs.

C'est un événement scientifique que l'apparition de ce Traité de Cytologie végétale, qui vient si opportunément combler une importante lacune de notre documentation biologique. Il apporte enfin, à tous les chercheurs que passionne l'étude des phénomènes vitaux dont la cellule végétale est le siège, un remarquable exposé synthétique de la science sur laquelle sont fondés les plus grands progrès de la botanique moderne. Recueil de faits d'une richesse incomparable, il va constituer le meilleur des guides, aussi bien pour les professeurs chargés d'un enseignement de biologie végétale que pour les travailleurs de nos laboratoires. Il va donner aux recherches de ces derniers une impulsion et un point d'appui très précieux, puisqu'il les fait bénéficier de l'expérience et des idées personnelles de spécialistes particulièrement qualifiés.

L'importance des très nombreux travaux de cytologie végétale que M. Guilliermond a publiés depuis 1901 est trop connue des lecteurs de la Revue Scientifique pour qu'il soit nécessaire de la leur rappeler. Ce n'est d'ailleurs pas une des moindres raisons de l'intérêt de ce Traité que l'exposé d'ensemble, par leur auteur même, de travaux portant sur la seule cytologie végétale et s'étendant sur une période de trente années. Certains de ces travaux ont fait l'objet d'ardentes controverses entre spécialistes, certaines idées admises maintenant surprenaient par leur nouveauté en 1901 ; aussi est-il captivant pour des biologistes de voir par quelle suite de faits nouveaux M. Guilliermond a justifié ses hypothèses du début, confirmé ses premières observations et répondu aux critiques qui lui ont été adressées.

Dans la préface, ses collaborateurs et lui ont indiqué que s'ils avaient entrepris de grouper, en un Traité d'ensemble, l'état actuel de nos connaissances sur la cellule végétale, ce n'est pas seulement parce qu'il n'existe actuellement, en France, aucun livre important traitant de ce sujet au seul point de vue biologique, mais surtout parce qu'ils comptaient faire une très large part à l'étude du métabolisme cellulaire, complètement négligée par les auteurs de certains traités américains ou allemands qui ramènent la cytologie aux seuls problèmes de la morphologie nucléaire et de l'hérédité.

On ne saurait trop approuver M. Guilliermond d'avoir insisté sur la nécessité d'orienter de plus en plus la cytologie dans un sens physiologique en mettant à profit les progrès de la chimie biologique et de la physico-chimie. Toutefois cette orientation ne donnera de bons résultats que si le cytologiste ne se donne pas pour idéal d'être plus physicien et chimiste que morphologiste ; j'ajouterai qu'il lui faudra aussi échapper à cette tendance fâcheuse de certains biologistes qui, sous prétexte de simplification, font subir aux techniques physico-chimiques des retouches dont le moindre inconvénient est d'enlever toute valeur réelle aux résultats obtenus.

De plus, dans leur préface, les auteurs n'ont pas négligé, et il faut les en louer, de reconnaître qu'il est certain « que les procédés jusqu'ici employés par les cytologistes dans l'étude morphologique et microchimique de la cellule, tout en apportant d'indispensables matériaux pour la connaissance de la Physiologie cellulaire, ne permettront jamais de comprendre le mécanisme de la vie. De ce côté les espérances conçues à l'origine de la Cytologie ont été déçues. Il faut pousser plus loin l'analyse du protoplasme, pénétrer jusque dans sa constitution physico-chimique. Il y a, de ce côté, une voie encore inexplorée qui nous ouvre les plus grandes espérances... ». Ces espérances apparaissent peut-être moins solides aux chercheurs qui, partis de la chimie et de la physico-chimie, sont venus, sur le tard, aux sciences biologiques, mais, quoi qu'il en soit, il est à souhaiter, dans l'intérêt des progrès de la Science, qu'une liaison de plus en plus étroite soit réalisée, ainsi que le souhaitent les auteurs, entre les conceptions et les méthodes des cytologistes, des biochimistes, des physiologistes et des physico-chimistes.

Quelques passages de la préface évoquent également les nombreuses critiques, les vives attaques dont les mé-

thodes cytologiques ont été l'objet parce qu'elles ont comme point de départ la technique défectueuse des fixations, mais ces méthodes ont rendu de très grands services et ont donné des résultats entièrement démonstratifs dans tous les cas où elles ont pu recevoir le contrôle de l'observation vitale, presque toujours possible en cytologie végétale alors qu'elle est difficilement réalisable avec les cellules animales. Il n'y a donc pas lieu de trop s'arrêter à toutes ces critiques d'autant que les méthodes actuelles appuyées par l'analyse histochimique, puis par les méthodes d'exploration physiques et physico-chimiques, permettront de se faire une idée de plus en plus exacte de la nature des divers constituants morphologiques de la cellule végétale. A ce propos on doit souhaiter que les auteurs complètent leur Traité théorique par la publication d'un ouvrage où seront précisément exposées en détail toutes ces techniques perfectionnées de la Cytologie et même de l'Histochimie, avec les tours de mains qui permettent de les adapter à l'étude particulière de la cellule végétale.

Mais, dira-t-on, s'il est vrai que la cytologie végétale, qui a toujours été en avance sur la cytologie animale, a permis de réaliser de grands progrès en ce qui concerne la sexualité, le développement, la classification et la génétique ; si l'on est en droit d'espérer que bientôt elle nous éclairera davantage sur la physiologie de la cellule, peut-on envisager des applications dans d'autres domaines ?

Il y en a un, en effet, que les auteurs ont examiné dans un court chapitre : celui de la pathologie végétale qui, jusqu'ici, n'a été abordé que par un très petit nombre de botanistes parmi lesquels il faut citer notamment, en France, MM. Molliard, J. Beauverie, Ducomet et Jean Dufrénoy. Il est hors de doute que les recherches de cytologie phytopathologique vont s'étendre rapidement et qu'elles fourniront des renseignements fort utiles.

Il est d'ailleurs une autre branche de l'agriculture dans laquelle les généticistes sont à peu près seuls à faire appel à la cytologie. Je veux parler de l'expérimentation agronomique qui paraît si simple à certains et qui, en réalité, est si délicate, particulièrement quand on désire comparer des instruments aratoires, des méthodes culturales et certains engrais. Il ne peut être question, dans ce cas, de doser seulement les éléments fondamentaux du sol avant et après la récolte, de peser et d'analyser sommairement celle-ci et il est nécessaire de préciser comment évolue, d'une récolte à l'autre, le complexe formé par le sol proprement dit, les microorganismes et les plantes qui s'y développent. Ainsi que j'ai eu l'occasion de l'indiquer, pour suivre cette évolution, il est indispensable de tenir compte de toutes les données physiques, chimiques, physico-chimiques, microbiologiques, géologiques, météorologiques, etc., etc... L'étude de la plante en culture et de la récolte ne doit pas être seulement chimique, mais biologique, c'est-à-dire morphologique, histologique et cytologique. J'ai la conviction qu'en dehors du point de vue génétique, la cytologie pourra donner des indications utiles et permettra peut-être, dans certains cas, de constater des différences que l'analyse chimique ou physico-chimique serait impuissante à révéler.

Ce n'est donc pas aux seuls botanistes que MM. Guilliermond, Mangenot et Plantefol auront rendu service en exposant avec de larges développements l'ensemble de nos connaissances en cytologie végétale, mais bien à de nombreux spécialistes de la biologie générale et de la science agronomique. Les uns et les autres accueilleront le nouveau Traité avec d'autant plus de faveur que rien n'a été oublié de ce qui pouvait en rendre la lecture et la consultation plus profitables : illustration aussi abondante que soignée, bibliographie très étendue et tables très détaillées. Les indications bibliographiques n'occupent pas moins de 116 pages — les publications de M. Guilliermond y figurent au nombre de 160. L'index des noms d'auteurs et l'index alphabétique, sur 3 colonnes, s'étendent, le premier sur 8, le second sur 39 pages.

Les 17 chapitres de l'ouvrage traitent successivement des données générales sur la cellule, du cytoplasma, du chondriome, du noyau, des centrosomes, de l'appareil cinétique des cellules, des vacuoles et autres formations paraplasmiques, des parois squelettiques, des notions acquises sur la constitution morphologique et physico-chimique du protoplasma, des données générales sur la physiologie cellulaire, de l'irritabilité du protoplasma, du conditionnement physico-chimique de la vie et des manifestations énergétiques de la cellule, des produits du métabolisme cellulaire, de la multiplication des cellules, des phénomènes cytologiques liés à la sexualité, des aspects cytologiques des phénomènes d'hérédité, de la différenciation cellulaire et enfin des altérations pathologiques et nécrotiques des cellules. Cette énumération permet de se faire une idée de la variété des sujets abordés dans cet important Traité. Ce n'est pas ici le lieu de l'analyser plus en détail ou de discuter les vues personnelles de ses auteurs ; ce soin doit être laissé aux spécialistes.

Le lecteur de ce remarquable ouvrage appréciera comme il convient, non seulement sa valeur scientifique et didactique, la richesse de sa documentation, les facilités qu'on y trouve pour remonter aux sources, mais aussi le soin tout particulier avec lequel il a été édité.

A. Berthelot.

Introduction à la mécanique des fluides, par M. Adrien Foch, Professeur à la Sorbonne. In-8° de 200 pages (Collection Armand Colin). Colin, éditeur, Paris. Prix : 10 fr. 50.

Dans ce volume, l'auteur réalise un enseignement facilement assimilable, et bien équilibré, entre la théorie pure d'une part, l'expérience de l'autre. Impossible est-il évidemment de supprimer ici l'appareil mathématique, nécessité déjà par la description cinématique du mouvement : grâce à lui, on saura d'une manière précise ce qu'on mesure ; mais aux résultats d'observation doit rester le rôle primordial. Ils nous apprennent notamment qu'autour d'un avion, dans les conditions ordinaires, l'air peut être assimilé à un fluide incompressible, ce qui, au premier abord, semble au pur théoricien franchement paradoxal.

Dans cet esprit, l'auteur réussit à nous donner, de la mécanique des fluides, une première impression à la fois fidèle et substantielle : c'est une science qui, de par sa complexité même, diffère notablement d'autres branches de la mécanique (comme celle du système solaire) mais elle a ses méthodes propres, depuis celles qui dérivent de simples considérations de similitude (analyse dimensionnelle) jusqu'à celles qui pénètrent l'essence des mouvements d'une manière plus intime, et dont le caractère mi-déductif, mi-physique, se dévoile tout entier, quand la viscosité ayant été mise en cause, on aborde la théorie de la couche limite. Tout cela est présenté avec une grande netteté et des applications à des problèmes d'écoulement, de résistance, de propagation d'ondes marquent le pont entre les notions abstraites et la réalité. C'est pourquoi ce livre, qui n'avait pas jusqu'à présent d'équivalent, semble appelé à une influence des plus heureuses.

G. Bouligand.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 5 — 71e ANNÉE — 11 MARS 1933

QUELQUES CARACTERES ESSENTIELS DE L'EVOLUTION DES SCIENCES DEPUIS UN SIECLE

par Robert DELTHEIL
Doyen de la Faculté des Sciences de Toulouse

Il n'est pas dans l'histoire des sciences, de période plus attachante que celle du premier tiers du XIXe siècle, car cette période est très nettement celle de la fondation de la physique moderne, qui a préparé la fondation et l'essor admirable de l'industrie de notre époque.

Ce magnifique développement de la physique et de l'industrie a été de toute évidence conditionné par la formation de l'instrument mathématique fondamental constitué par le calcul différentiel et intégral, instrument dont la découverte doit être considérée peut-être comme la plus belle conquête de l'esprit humain. Les dates de la publication en 1684 du grand mémoire *Nova methodus pro maximis et minimis* de Leibnitz et de l'achèvement en 1687 de l'impression des *Principiæ* de Newton ne sont-elles pas infiniment plus importantes pour l'étude de notre civilisation que toutes les dates de batailles dont se trouvait jadis jalonné l'enseignement de l'histoire?

Ces dates sont antérieures de plus de cent ans à la période d'exploitation définie plus haut; c'est qu'un important travail de mise au point, de classement et surtout de diffusion de toutes les découvertes mathématiques faites depuis Fermat et Descartes était indispensable pour la possibilité de leur utilisation.

Pour ce travail, par une heureuse fortune dont la science a grandement bénéficié, il s'est précisément trouvé un homme possédant au suprême degré toutes les qualités nécessaires, dans la personne d'Euler, dont les ouvrages contiennent tout l'essentiel, selon l'avis de mon éminent collègue M. Bouasse, de ce qu'il est nécessaire pour un physicien ou un ingénieur de savoir, même aujourd'hui, en mathématiques. L'instrument mathématique dû au génie de Newton et de Leibnitz se trouvait donc grâce à Euler, et aussi à des hommes comme Jacques et Jean Bernoulli, solidement constitué et assez largement connu à la fin du XVIIIe siècle, lors du passage entre les mains de Lagrange, Laplace et Monge du sceptre des mathématiques en Europe.

C'est tout d'abord à l'organisation de nos grandes Ecoles par la Révolution, ensuite à celle de nos Facultés des sciences, par l'Empire, que l'on doit rattacher, d'une manière générale, tout le mouvement scientifique moderne dans le monde entier. Et c'est de l'Ecole Polytechnique, où enseignèrent Lagrange, Laplace et Monge, et où les premières promotions d'élèves demeurent illustrées par des noms comme ceux de Poisson, Arago, Cauchy, Gay-Lussac, Poncelet, Fresnel et tant d'autres, que fut donnée à ce mouvement la plus puissante impulsion.

Dans son cours de l'Ecole Polytechnique pu-

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

blié en 1821 sur les instances de Laplace et de Poisson, et dans ses célèbres « Exercices de Mathématiques », Cauchy porta à un degré de perfection et de développement extraordinaires l'analyse d'Euler et de Lagrange, notamment en précisant les notions relatives à la convergence des séries et en étendant dans des proportions grandioses l'emploi des fonctions et des variables imaginaires. En Allemagne, Gauss se montra pendant la même période le plus brillant de ses émules.

La géométrie pure, tant délaissée depuis Pascal et déjà remise en honneur par Monge put, grâce à Chasles et Poncelet en France, Steiner en Allemagne, rattraper sur l'analyse le terrain perdu. L'introduction des coordonnées homogènes et des coordonnées tangentielles par Plücker, adapta aux doctrines géométriques nouvelles l'instrument analytique de Descartes, tandis que, par les coordonnées curvilignes étudiées dans son célèbre mémoire *Disquisitiones generalis circa superficies curvas*, Gauss fondait véritablement la géométrie infinitésimale.

Il est remarquable que les ouvrages ou travaux fondamentaux mentionnés ci-dessus ont été publiés il y a à peu près exactement un siècle, à une époque par ailleurs si importante au point de vue du mouvement littéraire et artistique en raison du Romantisme dont le centenaire vient d'être dignement célébré dans tout notre pays.

Cette période du premier tiers du XIX^e^ siècle est aussi féconde en ce qui concerne le développement des sciences physiques que celui des sciences mathématiques.

Elle correspond à la diffusion, parmi des péripéties sans nombre causées par des préjugés d'ordre politique, du système métrique décimal ; à la mise au point des idées fondamentales de Lavoisier et de Laplace sur les notions de température et de quantité de chaleur, idées qui aboutirent aux travaux mathématiques de Fourier sur la théorie de la chaleur et au grand mémoire sur la puissance motrice du feu par lequel Sadi Carnot fonda en 1824 la thermodynamique moderne ; à l'explication au moyen de l'hypothèse formulée en 1811 par Avogadro, des lois de la chimie fondée par Lavoisier.

En électricité, après les expériences purement qualitatives du XVII^e^ siècle, les mesures si parfaites de Coulomb avaient mis en évidence à la fin du XVIII^e^ la loi élémentaire des actions électro-statiques ; cette loi fournit à Laplace et Poisson la base de travaux mathématiques de la plus haute importance, aujourd'hui classiques, et qui furent publiés pendant la période que nous envisageons. C'est de l'an 1800 que date d'autre part la pile de Volta, de 1820 la célèbre expérience d'Œrstedt, et de 1827 le grand mémoire d'Ampère sur l'électromagnétisme, où se trouve précisée la loi élémentaire des actions électromagnétiques ; les travaux d'Ohm sur la loi de propagation du courant électrique qui porte son nom sont aussi de 1827 ; enfin c'est à 1831 que remonte la découverte des courants induits par Faraday.

Pour ce qui concerne l'optique, c'est en 1808 que Malus découvrit la polarisation de la lumière ; et c'est de 1815 à 1822 que s'échelonnent les premières découvertes de Fresnel sur les phénomènes d'interférence, de diffraction et de double réfraction, et en définitive sur la grande théorie ondulatoire de la lumière.

Cet ensemble de découvertes ne pouvait manquer d'amener la réalisation de progrès immenses dans le domaine des applications.

La machine à vapeur, dont l'étude avait mis Sadi Carnot sur la voie de ses découvertes de thermodynamique, fut utilisée dans un ensemble toujours plus vaste d'applications qui révolutionnèrent les conditions de l'existence dans la partie moyenne du XIX^e^ siècle, et dont les plus importantes furent la navigation à vapeur et les chemins de fer. Et cette révolution n'a d'égale que celle apportée progressivement, dans des domaines sans cesse élargis jusqu'à nos jours, par les applications de l'électricité. Mentionnons également la place considérable prise par l'emploi du moteur à explosion, de la plaque photographique, et le développement des applications du froid et de la grande industrie chimique.

Tous les progrès ainsi réalisés dans le domaine de l'industrie ont du reste grandement servi à faire encore progresser la science elle-même qui avait fourni la possibilité de ces progrès. Soit en lui posant toujours des problèmes nouveaux fournissant des bases précieuses à son activité et lui permettant de conserver une vie intense par le contact des réalités tout comme le géant Antée retrouvait toujours ses forces au contact de sa mère, la Terre. Soit encore en lui donnant, par la mise en œuvre de moyens de plus en plus puissants la possibilité de disposer d'instruments d'observation et d'expérimentation toujours plus variés, plus précis et plus efficaces.

***

Ainsi l'histoire des sciences enregistre un ensemble magnifique de progrès d'ordre scientifique et d'ordre industriel que l'on peut définir comme le mouvement scientifique du XIX^e^ siècle et qui tire son origine des grandes découvertes du premier tiers de ce siècle.

Le mouvement scientifique contemporain prolonge-t-il d'une manière directe celui du XIX^e^ siècle que nous venons d'analyser d'une manière succincte, ou bien apporte-t-il des nouveautés véritablement essentielles dans le domaine des faits observés comme dans le domaine des

idées? C'est l'examen des éléments de la réponse qu'il convient de faire à cette question qui constitue le but du présent article.

Des nouveautés essentielles dans le domaine des faits observés, comme dans le domaine des conceptions de l'esprit, il semble bien que nul ne puisse aujourd'hui le contester, la recherche scientifique du premier tiers du xx^{e} siècle ou plus exactement de la période des quarante dernières années en a manifesté qui sont d'une importance primordiale. Peut-être cependant n'est-il pas inutile d'en esquisser un inventaire sommaire, puisque, selon le mot de M. Paul Valéry, « trop de gens pensent que les Anciens avaient tout inventé ».

Beaucoup d'esprits parmi les plus éminents de la fin du xix^{e} siècle, sans partager cette opinion ni à l'égard des Anciens ni même à l'égard des grands génies mentionnés au début de cet article, croyaient à la valeur définitive et absolue de la conception rationnelle caractérisant jusque-là la science de leur époque.

Cette conception était celle d'un déterminisme rigoureux et total admirablement défini par la fiction de ce que l'on appelle « l'esprit universel » de Laplace. Fiction selon laquelle « une intelligence qui, pour un instant donné, connaîtrait toutes les forces dont la nature est animée, et la situation respective des êtres qui la composent, si d'ailleurs elle était assez vaste pour soumettre ces données à l'analyse, embrasserait dans la même formule les mouvements des plus grands corps de l'Univers et ceux des plus légers atomes ; rien ne serait incertain pour elle, et l'avenir comme le passé serait présent à ses yeux ». Telles sont les propres expressions de Laplace, qui ajoute : « L'esprit humain offre dans la perfection qu'il a su donner à l'astronomie une faible esquisse de cette intelligence ».

Et en effet, le Traité de Mécanique céleste de Laplace, de même que les édifices grandioses de la théorie ondulatoire de Fresnel, de la théorie électromagnétique de Maxwell ou de la thermodynamique classique paraissent le fait d'un esprit qui, par la valeur collective des intelligences humaines mises à contribution, fournirait une image déjà véritablement prodigieuse de « l'esprit universel » de Laplace. Et on ne peut que trouver toute naturelle l'opinion de ceux qui croyaient, il y a quarante ans, que tous les phénomènes devaient nécessairement s'encadrer dans cet ensemble de conceptions théoriques découlant logiquement de l'analyse infinitésimale et constituant un édifice solidement établi dans ses éléments les plus importants.

Selon cette opinion, tout le cycle des progrès essentiels de la physique était accompli, et rien ne semblait devoir se manifester qui fût une nouveauté véritablement essentielle.

Or, à la veille de Noël 1895, le professeur allemand Rœntgen présenta à la Société de physique de Berlin ses premières photographies par rayons X. Certaines de ces photographies étaient celles des os de sa main, d'autres celles de monnaies ou de clefs photographiées à travers les parois opaques d'un portefeuille de cuir.

C'était là un phénomène complètement nouveau, et le physicien Millikan qui figurait parmi les témoins des expériences commente en ces termes dans un article remarquable de la revue *Scientia* la stupeur des assistants : « Nous commençâmes tous à voir que les physiciens du xix^{e} siècle s'étaient pris un peu trop au sérieux, et que nous n'étions pas allés tout-à-fait aussi loin que nous le pensions dans l'étude de l'Univers, même sur la question des principes physiques fondamentaux ». Et Millikan ajoute : « Ce fut là l'introduction dramatique à la dernière période de la physique. Personne à ce moment-là n'imaginait, pas même en rêve, le nombre étonnant de phénomènes nouveaux qui verraient le jour dans les trente années suivantes, ni combien incompréhensibles seraient, au premier abord, certains de ces phénomènes. »

Le premier en date de ces phénomènes fut celui de la radioactivité de l'uranium, découverte en 1896 par Henri Becquerel. Lorsque les premières photographies de squelettes par rayons X furent présentées à l'Académie des Sciences de Paris, Henri Poincaré avait émis, pour expliquer le phénomène, l'hypothèse d'une intervention possible de la fluorescence du tube de Crookes. Cette hypothèse était fausse, mais elle n'en a pas moins joué un rôle fort important, car c'est en cherchant à la vérifier dans son laboratoire particulièrement spécialisé en la matière qu'Henri Becquerel fut mis sur la voie de sa découverte du phénomène de la radioactivité. Il y aurait beaucoup à dire, assurément, sur le rôle bienfaisant de l'erreur et du hasard dans les progrès de la science humaine.

Deux années plus tard, Pierre Curie et Mme Curie découvrirent un corps, le radium, dont le rayonnement apparut comme plusieurs millions de fois plus intense que celui de l'uranium. De toutes parts, alors, selon le mot de Jean Perrin « semblables à ces chercheurs d'or qui affluent vers les champs où l'on a signalé le précieux métal », les physiciens et les chimistes ont apporté en toute hâte leur concours passionné, soit pour l'étude du phénomène proprement dit de radioactivité, soit pour l'étude des corps manifestant ce phénomène, les corps radio-actifs.

Il ne rentre pas dans le sujet de cet article d'examiner les bienfaits merveilleux que, par un miracle inattendu, les rayons X et la radioactivité ont apporté dans le domaine de la mé-

decine. Nous limitant à l'évolution pure et simple des idées scientifiques, nous insisterons surtout sur ce point, que les efforts des physiciens pour expliquer ces nouveaux phénomènes les ont amenés à examiner sous un jour nouveau les idées relatives à la constitution de la matière, et, tout particulièrement, les fondements de la théorie atomique.

Les origines de celle-ci sont très anciennes, et peut-être y a-t-il là une présomption favorable à un fondement tout partiel de l'opinion excessive selon laquelle les Anciens auraient tout inventé.

Tous les lecteurs de la *Revue Scientifique* connaissent l'évocation contenue dans la première page de l'admirable livre de M. Jean Perrin sur les atomes : « Il y a vingt siècles peut-être, sur les bords de la mer divine où le chant des aèdes venait à peine de s'éteindre, quelques philosophes enseignaient déjà que la matière changeante est faite de grains indestructibles en mouvement incessant, atomes que le hasard ou le destin auraient groupés au cours des âges selon les formes ou les corps qui nous sont familiers. »

Ces atomes en mouvement éternel, les philosophes grecs les avaient donc devinés ; les savants d'il y a cent ans ne les évoquaient encore que comme une fiction commode pour la représentation des lois de la chimie ; c'est aux animateurs du mouvement scientifique inauguré à l'aube du XX^e^ siècle par la découverte de la radio-activité que revient la gloire d'avoir établi définitivement leur existence et d'avoir fait succéder, à la théorie atomique et à l'hypothèse atomique, la réalité atomique.

« Ces atomes », disait Henri Poincaré dans une conférence de la Société de physique, « il nous semble que nous les voyons depuis que nous savons les compter ». Et en effet, bien qu'ils soient, selon les précisions actuellement établies, de dimensions linéaires peut-être mille fois plus petites que celles des particules les plus ténues accessibles aux plus puissants microscopes, on a pu dénombrer, par des méthodes indirectes fort nombreuses et admirablement concordantes, les six cent mille milliards d'atomes contenus dans un gramme d'hydrogène (Jean Perrin, Rayleigh, Millikan).

Et l'étude des corps radioactifs a d'autre part montré que ces atomes ne sont pas des éléments insécables et immuables au dedans desquels et au delà desquels il n'y aurait rien à chercher ; les atomes de corps radioactifs subissent des destructions accompagnées d'émission de rayonnements déterminés, et qui conduisent à la naissance et à la disparition de toute une série de corps successifs dont les descendants ultimes et stériles sont l'hélium et le plomb. Ce phénomène de transmutation de la matière, qui réalise le vieux rêve des alchimistes et vient encore en apparence du moins à l'appui de la thèse d'universalité de la science des Anciens, s'accompagne ainsi du dégagement d'une énergie rayonnante véritablement énorme par rapport aux dimensions du système qui la libère.

Des recherches contemporaines très importantes, dont la progression présente tous les caractères d'évolution rapide et de tâtonnement fiévreux et enthousiaste d'une science en pleine crise de croissance et l'évolution, se rapportent à cette vie intérieure de l'atome, dont la connaissance projettera une vive lumière sur bien des aspects de l'énigme de l'Univers, tandis qu'elle pourra amener dans le domaine des applications, par la libération hors des noyaux atomiques de quantités immenses d'énergie, des progrès d'une portée incalculable.

Tandis que l'attention des physiciens et des chimistes se trouve ainsi concentrée sur des infiniment petits, atomes, protons, électrons, neutrons, celle des astronomes se détache graduellement de la plupart des problèmes relatifs au système solaire pour étudier, par des méthodes spectrophotographiques, l'Univers stellaire jusqu'à des régions prodigieusement éloignées. Grâce à des instruments modernes d'une puissance que les contemporains de Laplace ne pouvaient imaginer, l'exploration de cet Univers porte sur des distances dont le rapport de grandeur à la dimension de l'homme ou d'une construction humaine est à peu près le même que le rapport de cette dimension à celle d'un corpuscule atomique, et s'exprime par un nombre de dix-huit chiffres peut-être.

La plus grande dimension accessible à l'observation scientifique, et que nous pouvons évaluer comme étant peut-être dix millions d'années de lumière se trouve ainsi, vis-à-vis de la plus petite, que nous pouvons estimer à un dixième d' « Angström » ou un cent-millionième de millimètre, dans un rapport de l'ordre de 10^{34}. Cette extension si considérable, dans les deux sens, de l'échelle des investigations de la science humaine synthétise d'une manière saisissante les nouvelles acquisitions réalisées depuis quarante ans dans le domaine des faits observés.

*
* *

L'évolution dans le domaine des conceptions de l'esprit est aussi profonde que dans celui des buts et des résultats expérimentaux ; les deux domaines sont du reste manifestement solidaires.

Il semble bien que cette évolution se caractérise par l'abandon tout au moins partiel de l'idéal scientifique de l' « esprit universel » de Laplace, selon lequel l'analyse mathématique devait suffire à tout, moyennant des bases comme la conservation de la matière ou de l'énergie, la loi newtonienne de l'attraction, la théo-

rie ondulatoire de la lumière, la géométrie euclidienne elle-même.

C'est que l'extension prodigieuse du champ d'action de la science pose tout de suite la question de savoir si les lois de la mécanique newtonienne ou de la géométrie euclidienne, que les observations les plus rigoureuses et les plus précises du XIX^e^ siècle n'ont jamais trouvées en défaut dans un monde dont l'échelle va d'une fraction de millimètre au diamètre de l'orbite terrestre, demeurent encore valables sur une échelle beaucoup plus étendue. Si la loi de l'attraction en raison inverse du carré de la distance demeure vraie, ou même si elle a un sens, à l'intérieur de l'atome. Et si les faits de la géométrie euclidienne, qui sont ceux du monde physique à l'échelle de l'homme, fournissent une représentation exacte de l'Univers stellaire actuellement exploré.

Les recherches théoriques du premier tiers du XX^e^ siècle ont amené les Planck, les Einstein et les de Broglie, les Heisenberg et les Schrödinger, à des conceptions tellement contraires à tout le système scientifique du siècle dernier — discontinuité de l'énergie après celle de la matière et celle de l'électricité, espace-temps à quatre dimensions, propagation à vitesse finie de toute action dynamique, interchangeabilité de la matière et de l'énergie, que des hommes éminents ont protesté en proclamant les droits du bon sens et de la logique qui « peut être patiente, car elle est éternelle », selon le mot de Pierre Duhem. Ces hommes constituent l'opposition, et tout le monde sait quels services une opposition peut rendre, même à la majorité dont elle est l'adversaire, en obligeant celle-ci à un contrôle plus sévère et plus minutieux de soi-même. Il faut, c'est M. Perrin lui-même qui l'a écrit, cette collaboration, fût-elle parfois amenée à prendre les allures d'une lutte, entre l'instinct d'audace des uns et l'instinct de prudence des autres, pour le progrès de la science humaine. Mais la secousse est rude, dit par ailleurs le grand physicien, pour notre esprit qui ne savait comprendre que dans l'Espace et dans le Temps, de constater que ce qui nous semblait le plus logiquement nécessaire ne doit plus être considéré, parfois, que comme un anthropomorphisme puéril.

Chose curieuse, cette tendance à remettre en question les conceptions que l'on pouvait croire les plus solidement assises il y a cinquante ans se manifeste de plus en plus dans le domaine des mathématiques pures. M. Hadamard le signale d'une manière saisissante dans une Préface récente, « par un étrange phénomène, sans précédent dans l'histoire de la pensée, une science parvenue à l'état positif est en train de revenir à l'état métaphysique ; et cette science est la plus ancienne, la plus simple, la plus parfaite de toutes, c'est la mathématique ».

Ce nouvel état de choses trouve sa première manifestation importante dans un article célèbre de Poincaré sur les géométries non-euclidiennes, qui date de 1891, et selon lequel ces géométries ne sont ni « plus vraies » ni « moins vraies » que la géométrie euclidienne. Le grand mathématicien avait montré, par ailleurs, comment la célèbre théorie des groupes de Sophus Lie permet de dresser, pour un nombre donné de dimensions, l'inventaire de toutes les géométries logiquement possibles.

Cette théorie a beaucoup accru la portée de la méthode axiomatique dont le géomètre allemand Hilbert a été le plus éminent protagoniste, et qui consiste à éliminer tout appel à l'intuition sensible et même à l'évidence de bon sens, pour fonder toute la mathématique sur un système cohérent et irréductible de pures constructions logiques. Selon cette méthode, l'exposé de la Géométrie commence en ces termes : « Pensons à trois sortes de choses, que nous appellerons des points, des droites et des plans, et qui jouiront *a priori* de certaines propriétés telles que la suivante : à deux points distincts correspond une droite et une seule qui les contient ».

Et ce n'est pas seulement dans le domaine de la géométrie proprement dite que des efforts importants et efficaces ont été faits pour se passer de ce que mon savant collègue M. Bouligand appelle les « hypothèses de commodité » comme les propriétés de dérivabilité ou de continuité des fonctions. L'évolution des idées dans le sens axiomatique est devenue très générale dans toutes les branches des mathématiques, surtout dans les domaines où intervient la notion de l'infini.

Ce caractère, qui se manifeste d'une manière si accusée dans l'activité mathématique contemporaine, l'oppose nettement à celle d'il y a cent ans. Les mathématiciens du début du XIX^e^ siècle allaient de l'avant, et ils ont découvert un monde immense de résultats très importants. Aujourd'hui, tant en raison de l'accroissement constant du rôle des concepts philosophiques que de l'ampleur insoupçonnée des problèmes nouvellement posés par les sciences d'observation, il semble que la mathématique se replie en quelque sorte sur elle-même pour adapter les outils qu'elle prépare à un nouveau stade de la vie intellectuelle.

Il est dès maintenant possible de prévoir quelques-uns des caractères de cette adaptation. Par un fait curieux maintes fois observé dans l'histoire des sciences, il se trouve que bien des constructions purement spéculatives échafaudées dans la plus complète abstraction sont devenues les instruments mathématiques les plus aptes à représenter les faits de la nouvelle physique : géométries non-euclidiennes, géométries à quatre dimensions, géométries à un très

grand nombre de dimensions, calcul différentiel absolu, formes algébriques à une infinité de variables, prennent au contact de certaines réalités une vie plus intense et de nouveaux développements.

La discontinuité introduite par les théories moléculaires n'empêche cependant pas l'intervention de continus mathématiques diversement multidimensionnels ; et la méthode principale de la physique mathématique classique, savoir la théorie des équations différentielles et des équations aux dérivées partielles, est encore souvent appliquée aux problèmes de la physique nouvelle. Cette double constatation, de même que la survivance, dans les conceptions de cette nouvelle physique, des idées newtoniennes sur la théorie de l'émission et du mécanisme ondulatoire général lui-même, démontre bien la vérité de l'assertion, selon laquelle, qu'ils le veuillent ou non, les animateurs du mouvement scientifique nouveau restent les héritiers des grands fondateurs de la science moderne.

Mais dans ce patrimoine ainsi transmis de génération en génération, il y a des éléments qui se développent d'une manière privilégiée. Et c'est le cas, nous le signalerons pour terminer, de tout un ensemble d'applications d'une doctrine qui n'est pas seulement mathématique, mais qui, dans le domaine de la plus haute philosophie, a renouvelé certains aspects du problème même de la connaissance, nous voulons dire la théorie des probabilités.

Cette théorie a des origines modestes et même frivoles, puisqu'elle est née des discussions de Pascal et de Fermat sur le jeu de dés. Mais elle a pris depuis sa naissance, et tout particulièrement depuis un demi-siècle, un développement immense, que ses fondateurs ne pouvaient soupçonner. Elle est aujourd'hui, après le grand ouvrage de Laplace, ceux de Joseph Bertrand et d'Henri Poincaré, et l'effort de construction axiomatique dont ces deux derniers traités ont été le point de départ, l'instrument essentiel de l'étude quantitative des phénomènes collectifs.

Le principe fondamental qui sert de base à cette étude est la « loi des grands nombres » dont une idée intuitive découle aisément de l'exemple familier suivant, exposé par Henri Poincaré : Le directeur d'une compagnie d'assurances sur la vie ignore quand mourra chacun de ses nombreux assurés. Mais il n'en est pas moins fondé à prévoir, pour un exercice financier déterminé, une proportion de décès peu différente pour chaque âge de celle résultant de statistiques antérieures convenablement interprétées. Ce directeur applique la loi des grands nombres, et la réalité des dividendes qu'il distribue à ses actionnaires est une preuve excellente de la valeur de cette loi.

La nécessité d'un appel au discontinu pour la synthèse des phénomènes à petite échelle, écrit M. Bouligand, est l'une des idées les plus extraordinaires de l'activité spéculative récente. Il semble bien, en effet, que ce soit surtout désormais, jusqu'à une nouvelle évolution d'ensemble actuellement imprévisible, par l'étude des faits collectifs se rapportant à tous les atomes d'une masse gazeuse, ou à toutes les étoiles d'un amas, de même qu'à tous les assurés d'une compagnie ou tous les grains de blé d'un même lot, qu'il sera possible de rendre un peu moins mystérieuse l'énigme de l'Univers. Nous sommes ainsi amenés à conclure avec l'astronome suédois M. Charlier qu' « en somme, l'esprit universel de Laplace a été détrôné, et que c'est la loi des grands nombres qui a le pas sur toutes les autres ».

LES FOYERS D'ACTIVITÉ SOLAIRE ET LEUR ACTION TERRESTRE

par A. NODON

On constate que pendant les périodes de minimum solaire où les taches sont peu nombreuses et de faible étendue (telle que celle que nous traversons actuellement), les phénomènes terrestres restent sensiblement les mêmes que pendant les époques où les taches sont fréquentes. On observe d'autre part que les troubles terrestres tels que : cyclones, tempêtes, orages, séismes, aurores polaires, etc., sont en tout temps facilement décelés par divers instruments électriques et magnétiques. Il en résulte, que ce n'est pas dans le nombre ni dans l'étendue des taches solaires, qu'il convient de chercher l'origine des actions terrestres, mais au contraire, dans certains centres d'émission solaire de très faible étendue, qui ne correspondent pas nécessairement aux taches solaires.

Recherches de Marchand.

Nous possédons au sujet des foyers d'activité solaire, d'importantes observations de l'ancien

directeur de l'Observatoire du Pic du Midi : M. Marchand, dont les recherches furent faites de 1885 à 1900.

Ces recherches furent du reste, complétées vers la même époque, par celles du physicien Zenger ; puis elles furent poursuivies d'une façon méthodique, pendant ces dernières années, par Mr Bustos Navarrete, à l'Observatoire del Salto, de Santiago du Chili.

Dans ses remarquables études, Marchand signala pour la première fois en 1888, qu'il existait d'étroites relations entre certains foyers solaires et les actions magnétiques terrestres (*Relations entre les phénomènes solaires et les perturbations du magnétisme terrestre*, Marchand, Lyon 1888). D'après ce physicien, chaque passage d'une région d'activité du soleil à sa plus courte distance du centre du disque apparent, correspond au maximum d'intensité d'une perturbation magnétique, et réciproquement.

Lorsque les perturbations concordent avec des taches solaires, il ne paraît y avoir aucune relation entre la grandeur de celles-ci et l'intensité des perturbations.

Bien plus, d'après Marchand, on constate le plus souvent des perturbations très intenses, sans qu'il y ait *aucune tache* dans les régions solaires effectuant à ce moment leur passage.

Cela suffit pour nous expliquer les faits que nous avons signalés précédemment. Chaque passage correspondant à une perturbation maxima, est séparé du suivant par un intervalle régulier de 27 jours environ. Marchand observa de décembre 1884 jusqu'à septembre 1885, trente-deux perturbations magnétiques successives séparées par des intervalles de 26 jours, 9. Il constata en outre, que pendant certaines périodes d'activité solaire plus grande, les passages étaient plus rapprochés les uns des autres, et qu'il en résultait des perturbations magnétiques parfois prolongées. Toutefois, ces troubles magnétiques ne présentent pas un caractère régulier, ils sont au contraire, le plus souvent constitués par des séries d'oscillations *discontinues*, plus ou moins rapides ; et la cause qui produit l'activité du magnétisme de ces régions, et les variations de leur action sur nos barreaux aimantés, paraît attribuable à un changement dans leur orientation par rapport à nous.

Dans une seconde étude sur les relations entre les phénomènes solaires avec ceux de la physique du globe terrestre (septembre 1900), Marchand précisa la nature des régions d'activité solaire. Ce sont, d'après ce physicien, les parties de la surface du soleil, où existent à un moment donné, soit des groupes de lignes ou de points très brillants, entourés de facules plus pâles, dont le nombre est du reste, très restreint sur le soleil. Ces centres actifs se trouvent dans la zone comprise entre les latitudes de 40° et de — 40° ; ils sont placés à des intervalles de 180° et parfois de 90°.

Ces foyers sont extrêmement persistants, bien que leur activité à distance se modifie à chaque rotation solaire. Marchand en a observé dont la position resta sensiblement invariable pendant des années successives.

Leur vitesse de rotation varie du reste suivant leur latitude, et chacun de leurs maxima d'activité coïncide sensiblement avec leurs passages au méridien central. Marchand observa en particulier en 1887, d'importantes perturbations magnétiques, pendant les passages de ces facules dépourvues de taches et de pores. Les observations de ce physicien furent du reste confirmées par Zenger, de 1879 à 1887. Enfin des observations journalières faites à l'Observatoire de Santiago par M. Navarette, et publiées dans les bulletins mensuels de cet Observatoire, confirment depuis de nombreuses années, les résultats précédents ; et il n'existe plus aujourd'hui de doutes sur l'origine solaire des phénomènes terrestres.

Du reste, les méticuleuses et nombreuses observations du distingué secrétaire général de la Société astronomique de Bordeaux, M. Mémery, sur l'action des taches solaires en météorologie, constituent de précieux documents sur ces actions.

De récentes observations faites à l'Observatoire de Meudon par M. Deslandres et M. d'Azambuja, ont confirmé les résultats précédents et ont permis de les mieux préciser. Ces astrophysiciens ont en effet entrepris une étude prolongée des phénomènes éruptifs qui se manifestent souvent dans la chromosphère, et ils ont dans ce but, complété les résultats fournis par le spectrohéliographe, par ceux donnés par le spectroenregistreur de vitesses et par le spectrohélioscope. Les phénomènes qui nous intéressent se manifestent ordinairement par l'apparition presque soudaine, dans certaines plages faculaires, d'une masse lumineuse aux contours changeants, qui après avoir présenté un éclat tout à fait exceptionnel, comme l'avait déjà observé Marchand, reprend en quelques heures, ou même dans un temps très court, l'intensité des régions voisines. Quand cette éruption peut être observée sur les bords solaires, elle est presque toujours accompagnée de protubérances éruptives, la masse principale restant localisée au niveau de la chromosphère. Presque toutes les manifestations de ce genre, tout au moins dans les régions centrales du disque solaire, ont correspondu avec des orages magnétiques intenses, comme l'avaient déjà observé Marchand et Zenger. Ces perturbations se produisent avec un retard d'environ 45 heures sur les phénomènes solaires visibles. Il y a là un fait favorable à l'hypothèse de jets dirigés de particules émises par les régions pertur-

bées, pendant toute la durée de l'éruption. Ces orages ont du reste, d'après ces observateurs, une tendance marquée à se produire à des intervalles de 27 jours, ainsi que l'avait déjà constaté Marchand. Suivant M. Deslandres, ces régions paraissent être le siège d'une émission sensiblement continue pendant un certain temps ; mais il conviendrait, pour faire une étude sérieuse de ces phénomènes, d'organiser un service d'observations continues, en répartissant ce service entre divers Observatoires mondiaux convenablement situés.

L'action solaire a distance parait être en majeure partie électrique.

La nature des taches, des facules, des pores, des filaments et des protubérances solaires, n'est pas encore déterminée à l'heure présente ; pas plus, du reste, que celle des actions à distance qui se manifestent sur l'électromètre, sur le magnétomètre et sur le galvanomètre, actions qui paraissent cependant avoir une influence prépondérante dans les grandes perturbations terrestres, telles que : cyclones, tempêtes, aurores polaires, orages atmosphériques et magnétiques, perturbations dans les courants telluriques, séismes, volcanismes, etc.

Il paraît du reste très vraisemblable que les bouleversements solaires observés en même temps que ceux de l'atmosphère terrestre, sont provoqués par des afflux des masses centrales du Soleil sur des points localisés et de faible étendue, sous forme de matières dissociées, et de nature entièrement différente de celle des substances que nous connaissons sous leurs diverses formes solides, liquides et gazeuses.

Ces matières qui se trouvaient dans la masse solaire soumises à des températures et à des pressions dont nous ne pouvons nous faire une idée, se trouvent brusquement projetées dans un milieu relativement froid et de faible pression tel que celui qui se trouve au-dessus de la chromosphère et à la base de la couronne. Ces perturbations sont probablement accompagnées, autant que nous pouvons le supposer d'après les faits connus, d'une émission considérable d'électrons, se traduisant par une mise en liberté de formidables charges électriques ; ainsi que d'une émission particulièrement intense de radiations à très courtes longueurs d'onde. Il paraît du reste probable qu'une partie des charges électriques libérées, est projetée à l'extérieur, sous forme de masses électroniques douées de vitesses voisines de celle de la lumière pouvant atteindre notre planète. Il est également possible que des radiations de très courte longueur d'onde, puissent être émises des centres d'activité solaire jusqu'à la surface terrestre. Ces très courtes radiations pourraient du reste provoquer dans leur rencontre avec les molécules des gaz très raréfiés de l'atmosphère supérieure, des effets d'ionisation intense se traduisant finalement par des actions électriques énergiques dans les régions supérieures de cette atmosphère. Toutes ces hypothèses paraissent plausibles ; mais, malheureusement, aucune d'elles n'a encore reçu la sanction de l'expérience. Aussi jusqu'à nouvel ordre, nous ne pourrons les considérer que comme de brillantes fictions peut-être totalement différentes de ce qui a lieu en réalité.

En nous tenant dans le domaine de l'expérience, nous pouvons rappeler que pendant les périodes de grande activité solaire, nous avons pu observer que l'électromètre chargé préalablement et isolé dans une cage métallique, accusait des oscillations périodiques parfois importantes, dont la durée moyenne était de sept secondes ; et qu'il ne paraissait guère possible d'attribuer ces oscillations qu'à des émissions périodiques de radiations très pénétrantes ou ultraradiations, dont la période concorde du reste exactement avec celle des oscillations magnétiques, et avec celle des oscillations des courants telluriques. Il paraît donc exister d'étroites relations de cause à effet, entre l'action des foyers solaires, l'émission des ultraradiations et les actions électriques et magnétiques terrestres.

L'origine première de ces effets semble devoir être recherchée dans des émissions solaires de nature encore indéterminée, pouvant affecter soit la forme d'émissions électroniques directes, soit la forme d'émissions radiantes de très courte longueur d'onde.

La rencontre d'électrons très rapides ou de radiations très courtes avec les molécules de la haute atmosphère, seraient toutes deux, ainsi que nous l'avons déjà dit, susceptibles de provoquer des effets d'ionisation et de charges électriques dans les hautes couches, mais nous le répétons, ce ne sont encore là que pures hypothèses qu'aucun fait probant n'est venu confirmer. D'autre part, il paraît démontré qu'en dehors des actions électriques, il existe également des actions thermiques particulières, jouant un rôle important dans l'économie terrestre.

Les effets thermiques que l'on croyait d'abord pouvoir attribuer à des variations dans la constante solaire, c'est-à-dire dans la température superficielle du soleil, semblent au contraire, d'après des recherches plus récentes, devoir se rattacher à des effets secondaires prenant naissance dans la haute atmosphère, et dont la formation serait étroitement liée à celle d'autres émissions solaires, probablement de longueur d'onde beaucoup plus courte, telles que les ultraviolettes. Le mécanisme de ces transformations est du reste encore inconnu, et l'on se trouve en réalité en présence d'hypothèses encore in-

suffisantes pour lesquelles il convient d'attendre de nouvelles précisions.

En résumé, dans les deux cas précédents, ayant trait aux actions électriques et thermiques, dont l'ensemble paraît dominer l'économie terrestre, il semble qu'on se trouve en présence d'une même origine solaire, et qu'on doive en localiser les foyers d'émission, dans les régions de faible étendue, particulièrement actives ; tandis que les facules et les taches ne seraient que des phénomènes solaires secondaires n'agissant pas directement sur la physique terrestre.

L'observation solaire.

La physique terrestre ainsi que la météorologie, paraissent donc étroitement liées aux phénomènes qui ont lieu à la surface solaire, et particulièrement à ceux qui se manifestent dans les foyers d'activité découverts par Marchand. Ce sont donc ces foyers d'activité qu'il conviendrait d'étudier tout particulièrement.

Marchand avait imaginé un dispositif optique qui lui permettait de mieux discerner les facules et les foyers actifs dont l'observation est difficile et qu'on néglige presque toujours dans les observations courantes.

Les foyers actifs ne sont en effet représentés que par des points extrêmement lumineux, parfois isolés, mais souvent entourés de facules.

Nous savons d'autre part, que les diverses émissions dont ces foyers sont le siège, se manifestent d'une façon discontinue, et que ces phénomènes ne paraissent pas correspondre à des variations semblables dans leur luminosité. L'observation visuelle paraît donc très insuffisante dans les méthodes habituelles, aussi conviendrait-il de trouver de nouvelles méthodes permettant de déceler les radiations qui agissent sur le Globe terrestre, et qui ne doivent probablement pas être confondues avec les radiations lumineuses que nous observons.

Il paraît assez logique de s'adresser dans ce cas, à l'analyse spectrale qui permettrait de séparer les radiations infrarouges des radiations ultraviolettes, dont les actions paraissent être toutes deux importantes, bien que nettement distinctes.

Dans un autre ordre d'idées, il paraîtrait possible d'imaginer un dispositif permettant d'explorer la surface solaire uniquement au point de vue électrique. De telles méthodes d'observation, si elles étaient possibles, facilitent singulièrement l'étude de l'action solaire à distance.

Ce rapide exposé montre que la physique terrestre ainsi que la météorologie générale et locale, pourraient tirer de réels profits d'une étude méthodique des centres d'activité solaire, mais qu'il nous reste auparavant un nombre considérable de questions à résoudre. Ce ne sera du reste pas avec des hypothèses plus ou moins ingénieuses, telles que celles qui ont cours actuellement, qu'on parviendra à résoudre ces questions particulièrement complexes. On devra s'adresser uniquement aux méthodes expérimentales, seules dignes de foi.

Il conviendrait donc de demander à l'expérience de préciser la nature des actions électriques et thermiques d'origine solaire, et de déterminer le mécanisme de ces actions dans l'atmosphère terrestre.

Il serait nécessaire de savoir si ces actions proviennent directement des foyers d'activité solaire, ou si elles ne sont au contraire, que le résultat de transformations encore inconnues, dans les hautes couches de l'atmosphère terrestre ; ou encore, de toute autre cause. Enfin, il resterait à étudier et à mettre au point, des méthodes nouvelles d'observation des foyers d'activité solaire.

Mais avant d'avoir résolu toutes ces questions, rappelons-nous que nous possédons d'ores et déjà des moyens d'étude susceptibles de fournir de précieux renseignements sur la physique du Globe.

Nous trouvons en effet, de sérieuses indications dans les méthodes d'observation solaire dues à Mr Mémery ; et nous pouvons d'autre part, étudier divers phénomènes électriques et terrestres, au moyen de l'électromètre, du galvanomètre et du magnétomètre ; l'étude des vibrations des conducteurs aériens nous fournit également d'intéressants renseignements locaux. Enfin, les mesures héliométriques permettent de suivre à l'aide de bolomètres à vide, les plus faibles variations de la température solaire. Toutes ces méthodes encore nouvelles, sont du reste complétées avantageusement par celles qu'on utilise couramment en météorologie. Souhaitons donc comme conclusion pratique, qu'une rapide mise au point de toutes ces questions, puisse nous conduire à des méthodes de prévision météorologiques plus satisfaisantes que celles actuelles.

LA LUMIERE INTENSIVE ET SES PROGRES

par Edmond MARCOTTE

Nous sommes presque blasés par le véritable gaspillage de lumière qui continue, tous les soirs, dans les rues de Paris. Il semble que l'éclairage ne coûte plus rien ou presque rien. Beaucoup de personnes pourtant doivent y regarder de plus près et, d'ailleurs, la Ville a dû prendre des mesures pour réduire ses dépenses de luminaire ; les commerçants eux-mêmes, en dépit de la publicité nécessaire aux ventes, sont obligés de faire des restrictions sur l'éclairement des vitrines et des étalages. L'économie de

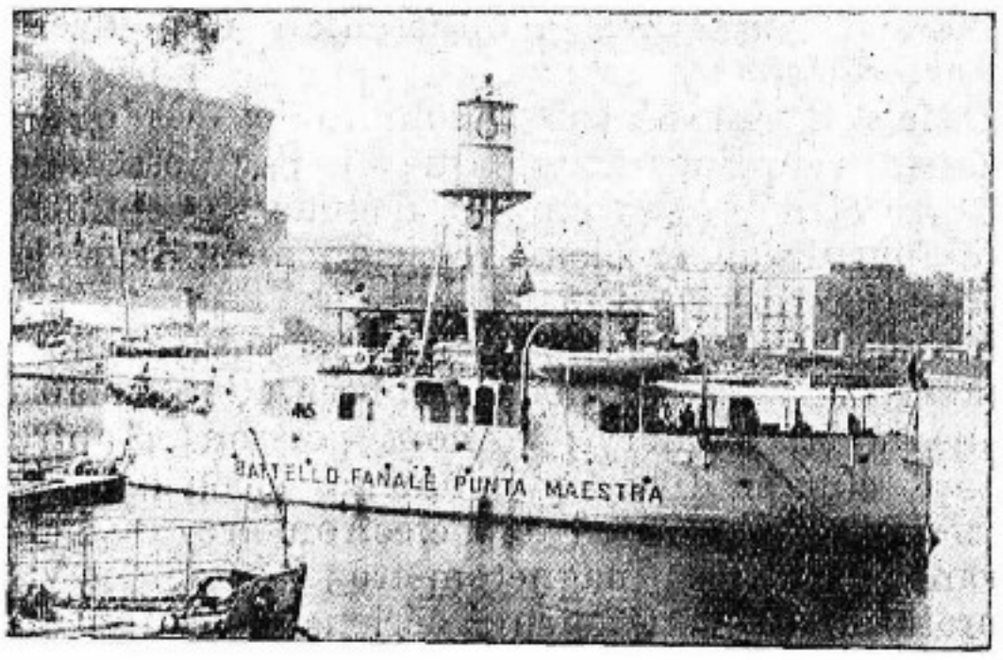


Fig. 1.
Bateau-phare italien équipé avec matériel français.

« bouts de chandelle » est encore obligatoire au village. Le service des bases de l'Aéronautique n'allume plus certains feux que sur demande. La crise nous oblige à réfléchir sur le flux lumineux, à juger, d'après les progrès effectués ceux qui sont encore possibles, tant sur les sources lumineuses elles-mêmes que sur la répartition et l'utilisation de l'éclairage.

Grande diversité des problèmes d'éclairage.

On n'éclaire pas seulement la maison ou la rue, ou le phare. Chaque mode d'utilisation exige une solution, parfois assez différente des autres.

Dans la maison, l'entrée, l'escalier, la cuisine, la salle à manger, le salon, la chambre ont des besoins particuliers d'éclairement sur les plans utiles et d'éclairage général, variables d'une pièce à l'autre. Les magasins ont des exigences particulières. Il en est de même des usines d'après le travail de chaque atelier, des salles de spectacle, des écoles, des hôpitaux. Nous n'avons pas le dessein d'entrer dans les détails de cette technique, qui nous mèneraient très

Fig. 2. — Lanterne de bateau-phare avec optique *pendulaire* de 0 m. 250 de distance focale (Luchaire).

loin ; nous en avons exposé les principes dans dans l'*Art de bâtir une maison agréable et saine* (1). Et nous ne voulons examiner ici que les progrès d'ordre scientifique et les indications que la Science peut nous donner dans le progrès de l'éclairage.

Nous examinerons aussi la projection de la lu-

(1) Ch. Béranger, éditeur, Paris, Liège.

mière, problème inséparable de sa production, projection qui se fait à courte distance dans la plupart des applications domestiques ou urbaines, mais qui doit s'opérer parfois à de très grandes portées, comme dans les projecteurs de marine ou dans les phares. La réalisation de ces grandes portées, particulièrement par temps

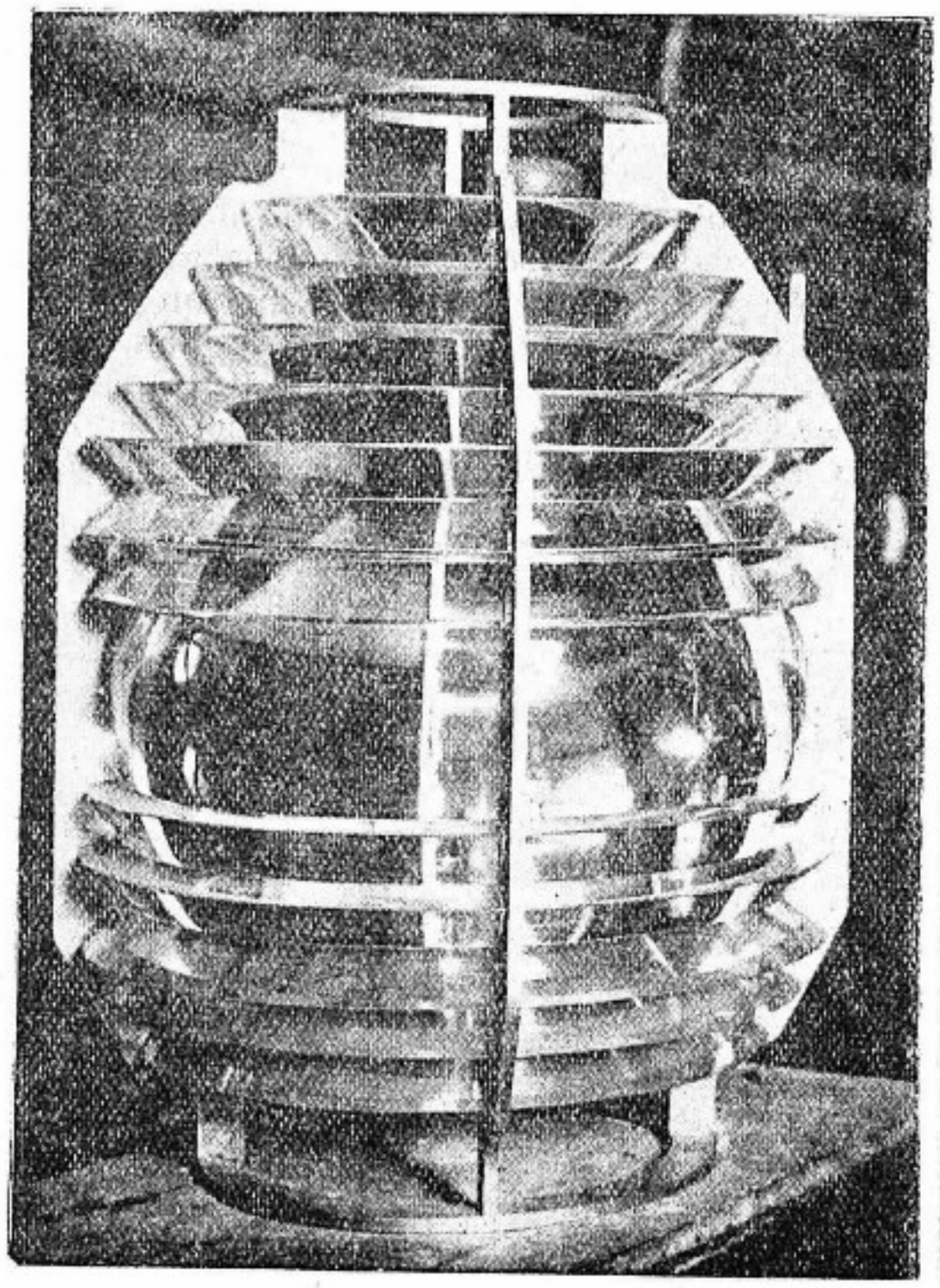


Fig. 3,
Optique de feu d'horizon de 0 m. 250 de distance focale (Soc. générale d'Optique et Luchaire).

bouché est un problème difficile, dont la réalisation est onéreuse et cela, d'autant plus qu'on s'écarte des principes rigoureux de la projection rationnelle de l'énergie lumineuse.

Pauvreté relative des moyens.

En dépit de la grande variété des lampes, on ne dispose que de deux moyens d'éclairage : l'*incandescence* d'un solide porté à haute température (manchon Aüer, filament des lampes électriques, charbon des arcs électriques), ou la *luminescence* des gaz traversés par des effluves électriques.

Les flammes, on le sait, n'éclairent que parce qu'elles contiennent des particules de carbone portées à haute température. L'hydrogène, dont

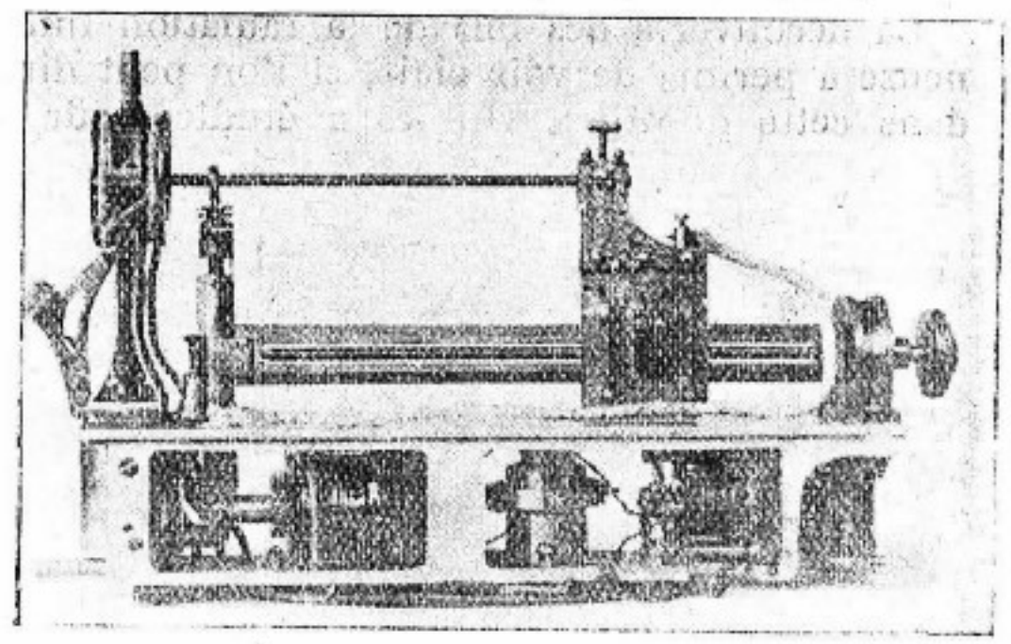


Fig. 4. — Lampe G.M.G. pour sous-marin.
L'électrode annulaire est vue de profil ; on voit le charbon unique qui se présente au centre de la cathode.

la flamme est très chaude, n'éclaire point directement, mais peut servir à porter à l'incandes-

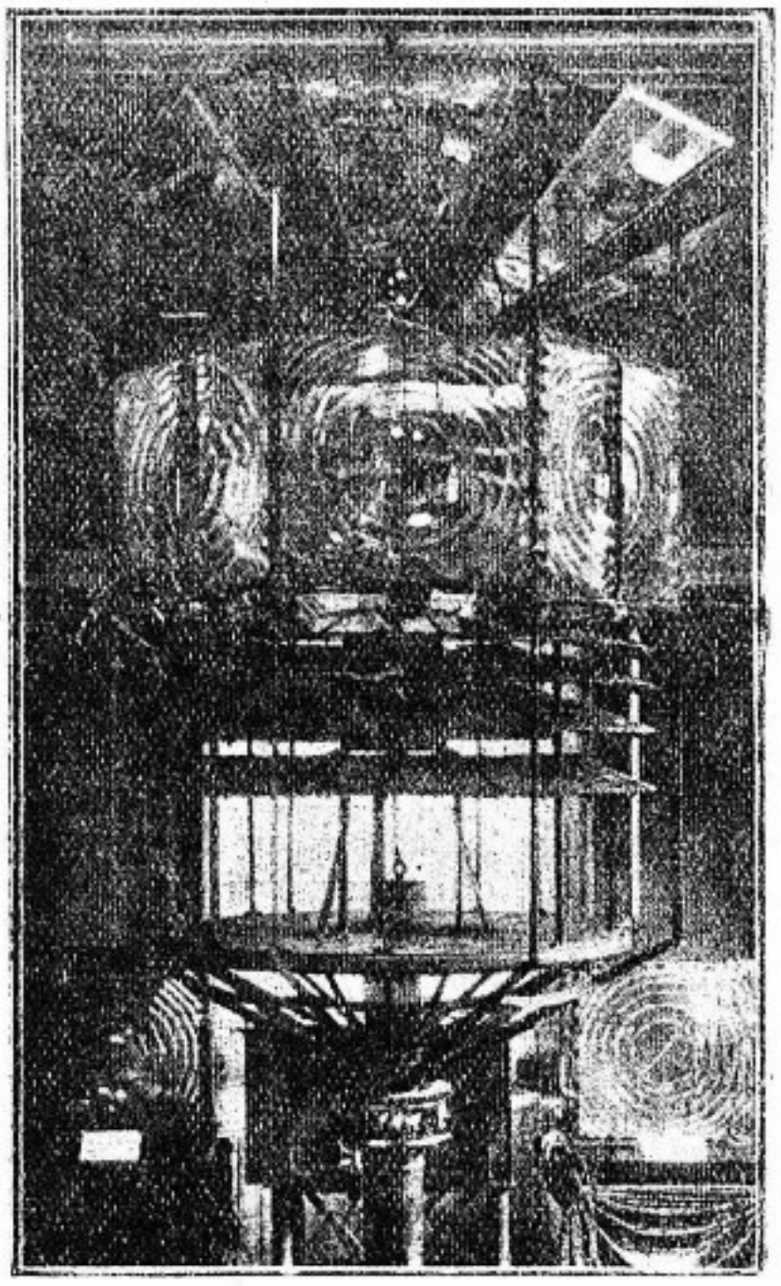


Fig. 5.
Le premier phare lenticulaire construit par Fresnel pour la tour de Cordouan.
Les miroirs plans que l'on voit au-dessus et au-dessous des lentilles ont été remplacés depuis par un système d'anneaux catadioptriques formé de prismes à réflexion totale et imaginé aussi par Fresnel.

cence un solide ou les particules de charbon que peut contenir une flamme quelconque avec laquelle il se consume.

La découverte des lois de la radiation lumineuse a permis de voir clair, si l'on peut dire, dans cette question. On les a étudiées sur le

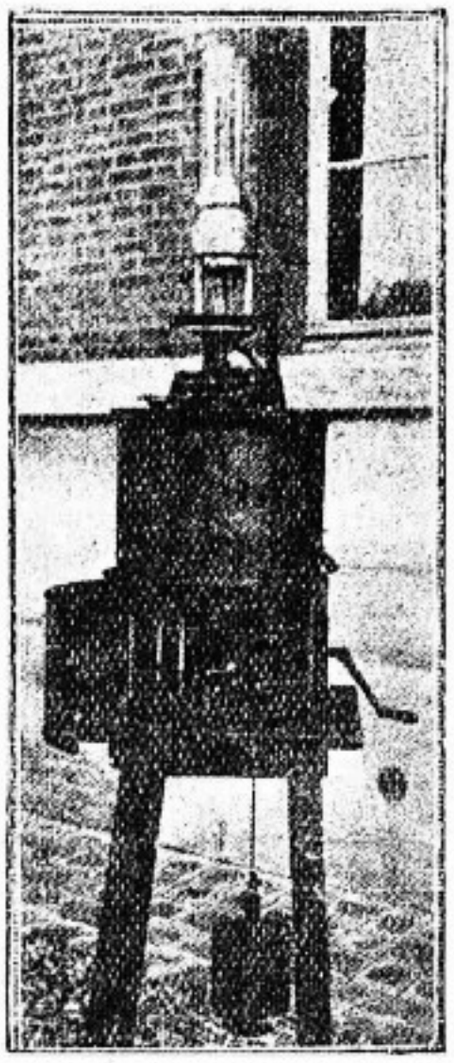


Fig. 6. — Lampe à 4 mèches.

corps noir dont le rayonnement est parfait. Il n'y a pas, d'ailleurs, à ce point de vue, de corps noir parfait.

Quand on chauffe un corps, soit par une flamme, soit, plus simplement, par le courant électrique, toute l'énergie mise en jeu, ne se transforme pas en lumière — il s'en faut même de beaucoup, comme nous le verrons — et tout l'avancement de la technique des sources lumineuses revient à chercher à transformer en lumière la plus grande proportion possible de l'énergie dépensée.

Un grand progrès a été effectué quand on a pu chiffrer ce rendement. Il était facile d'exprimer l'énergie fournie en watts, soit directement quand on employait l'électricité, soit par des calculs d'équivalence, si l'on usait d'autres moyens.

Il était plus délicat d'apprécier le flux lumineux utile, d'autant plus que tous les observateurs n'ont pas la même impression en présence d'un certain éclairement,que ces impressions diffèrent beaucoup suivant la couleur. Il semblait bien difficile, par conséquent, de comparer, avec une certaine précision, deux sources dont les flux se répartissaient très inégalement dans le spectre visible. M. Fabry, en créant le *photomètre physique :* qui élimine l'influence de l'observateur, qui donne à chaque radiation une valeur relative parfaitement déterminée, et qui permet de déterminer, en watts, la valeur du flux lumineux produit, a facilité grandement les recherches.

Si l'on chauffe un filament métallique, on commence par ne rien voir. Tant que la température ne franchit pas un certain seuil, le rayonnement est entièrement calorifique. Quand la température s'élève, la fréquence des ondes devient plus vive et il arrive un moment où l'on perçoit une lueur rouge, qui, d'abord sombre, s'éclaircit lorsque la température s'élève encore, passe au rouge cerise, au rouge cerise clair, au jaune, pour tendre vers le blanc, composition des différentes couleurs formant le spectre solaire. Chaque corps émet d'ailleurs des radiations différentes. Le manchon Aüer rayonne surtout dans le bleu. Mais, quel que soit le corps, une élévation de température est

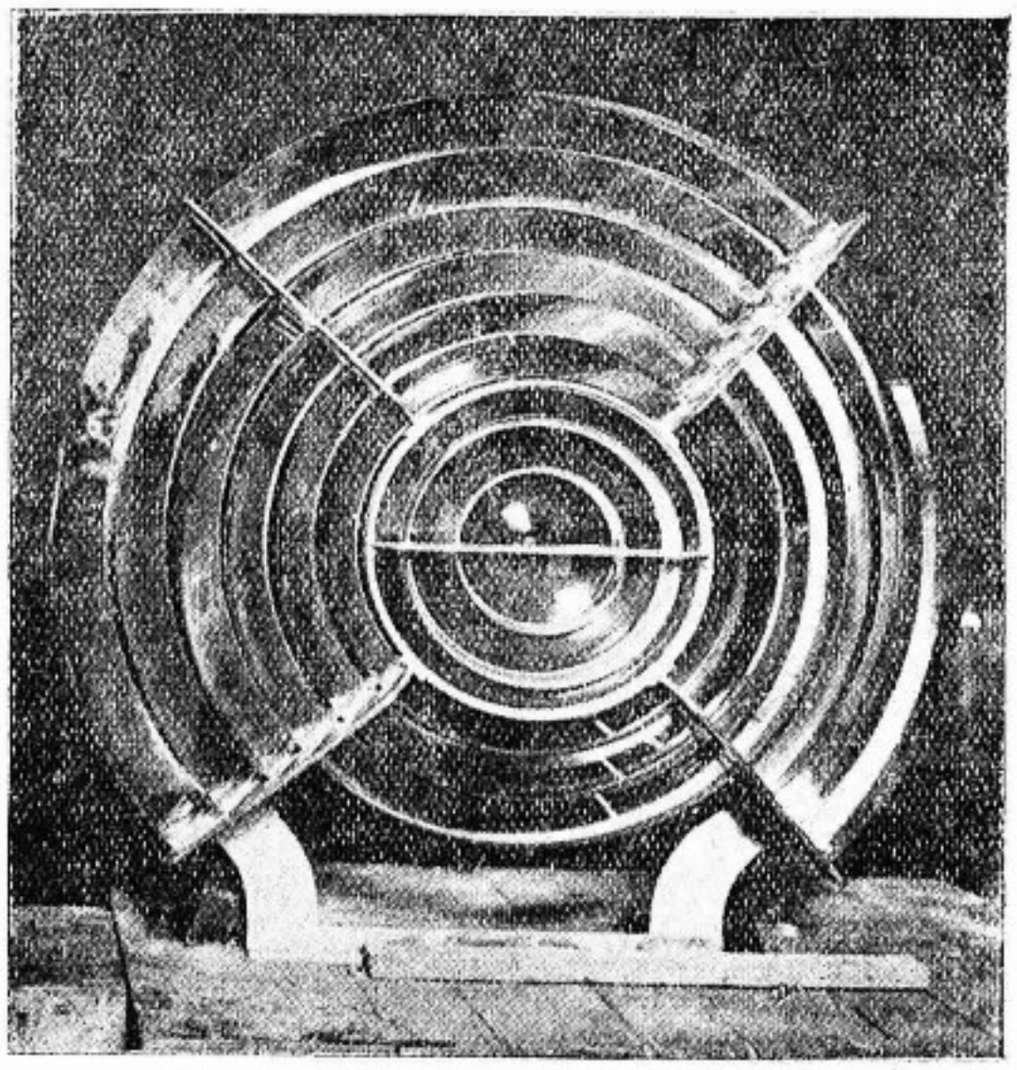


Fig. 7. — Optique de direction du canal de Panama (taillée par la Soc. générale d'Optique et montée par Luchaire).

toujours favorable, du moins tant qu'elle a pour effet de transformer les radiations calorifiques en radiations lumineuses. Il est peu à craindre qu'on dépasse la température où des radiations chimiques, ultra-violettes, invisibles elles aussi (mais de l'autre côté du spectre visible), se formeraient aux dépens de la lumière : la température du cratère de l'arc électrique — la

source la plus chaude — ne dépasse guère 3.000°, alors qu'il faut une température de 4.000°C. environ pour que le maximum de l'énergie émise soit dans le spectre visible. A 5.000°C., le maximum est juste au milieu. Ce maximum reste d'ailleurs dans la zone utile pour une température de 6.000°C., laquelle donne une énergie lumineuse encore beaucoup plus élevée sans perte sensible dans l'ultra-violet.

La luminescence.

Lorsqu'on fait passer une décharge électrique dans un gaz, on obtient, dans certains cas, une luminescence suffisante pour l'éclairage. Cette

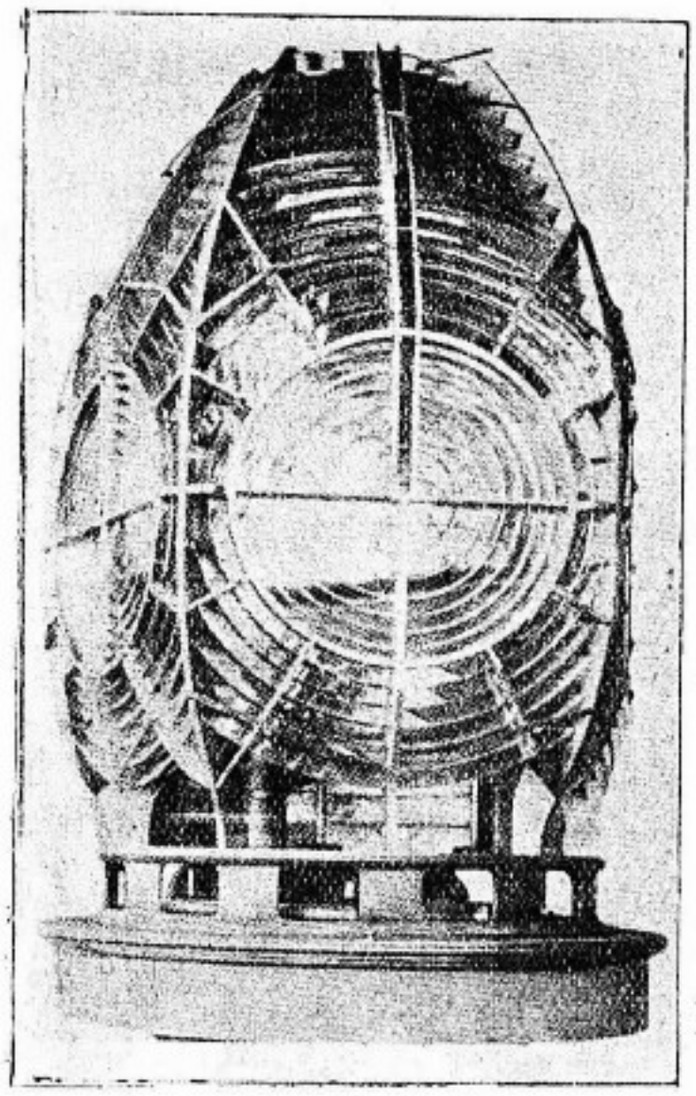


Fig. 8.
Lentille de Fresnel pour phare tournant (B.B.T.).

remarque a été suivie de différentes applications : lampe à vapeur de mercure, lumière Moore, éclairage au néon et à d'autres gaz rares comme l'hélium.

On sait que la lampe à vapeur de mercure réalisée par Cooper Hewitt, consiste à vaporiser du mercure à l'aide du courant électrique dans un tube de quartz fondu, minéral très peu fusible qui permet, la vapeur une fois obtenue, de la chauffer par un courant relativement intense et d'augmenter beaucoup la puissance de la lampe.

Le quartz laisse passer les rayons ultra-violets. Ces rayons microbicides sont appliqués pour la stérilisation des eaux. Ces rayons sont aussi très dangereux pour la vue ; il faut les arrêter par une lame de verre protectrice.

Cette raison n'aurait pas suffi, peut-être à empêcher la diffusion de cette lampe, fort économique, si elle ne modifiait pas, sensiblement, la couleur des objets ; cela d'une manière fort désagréable, notamment en ce qui concerne le visage et la peau humaine, à laquelle elle donne une apparence cadavérique.

La vapeur de mercure ne contient, en effet, que peu de radiations différentes : un peu de jaune, du vert et du bleu. On sait que, si l'on

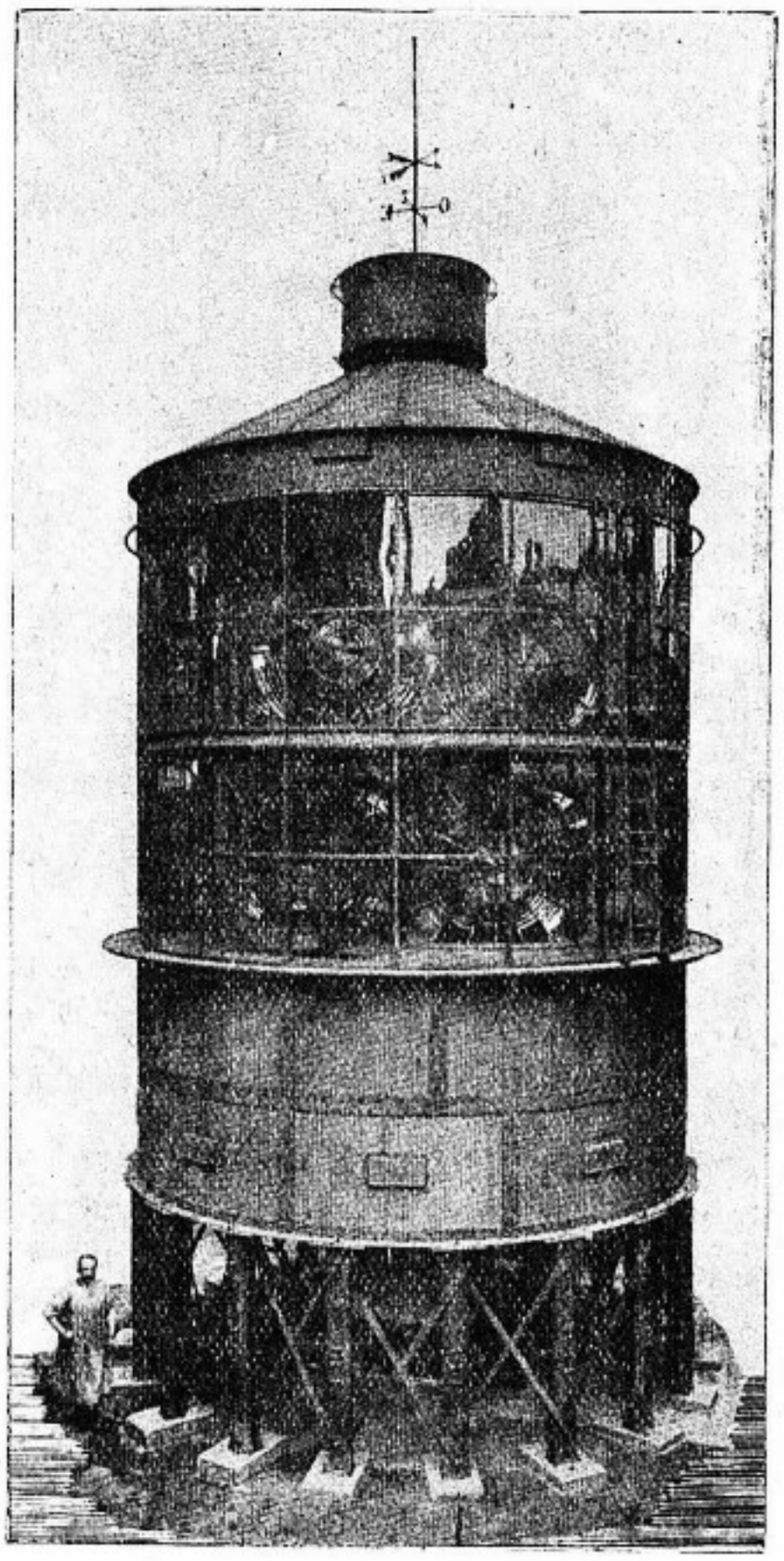


Fig. 9.
Le phare de Dijon (B.B.T.), un milliard de bougies.

a une radiation jaune, un objet jaune d'une autre nuance n'est pas éclairé. A la lueur de la flamme jaune monochromatique du sel marin fondu, tout paraît noir ou à peu près noir. Le peu de radiations de la lampe à vapeur donne un inconvénient de ce genre.

La lumière Moore et la lumière au néon ne sont pas dans ce cas.

Ces tubes luminescents dont l'éclat intrinsèque modéré ne risque pas d'aveugler ou même d'éblouir, dispensent de diffuseurs, la lumière étant, elle-même, diffusée. Mais la lumière Moore exigeant 1,7 watt par bougie décimale (nous désignerons dans ce qui suit l'unité d'intensité par *b d*), alors que les lampes à incandescence n'exigent que 1 ou même 0,66 watt, c'est surtout le tube au néon que l'on emploie.

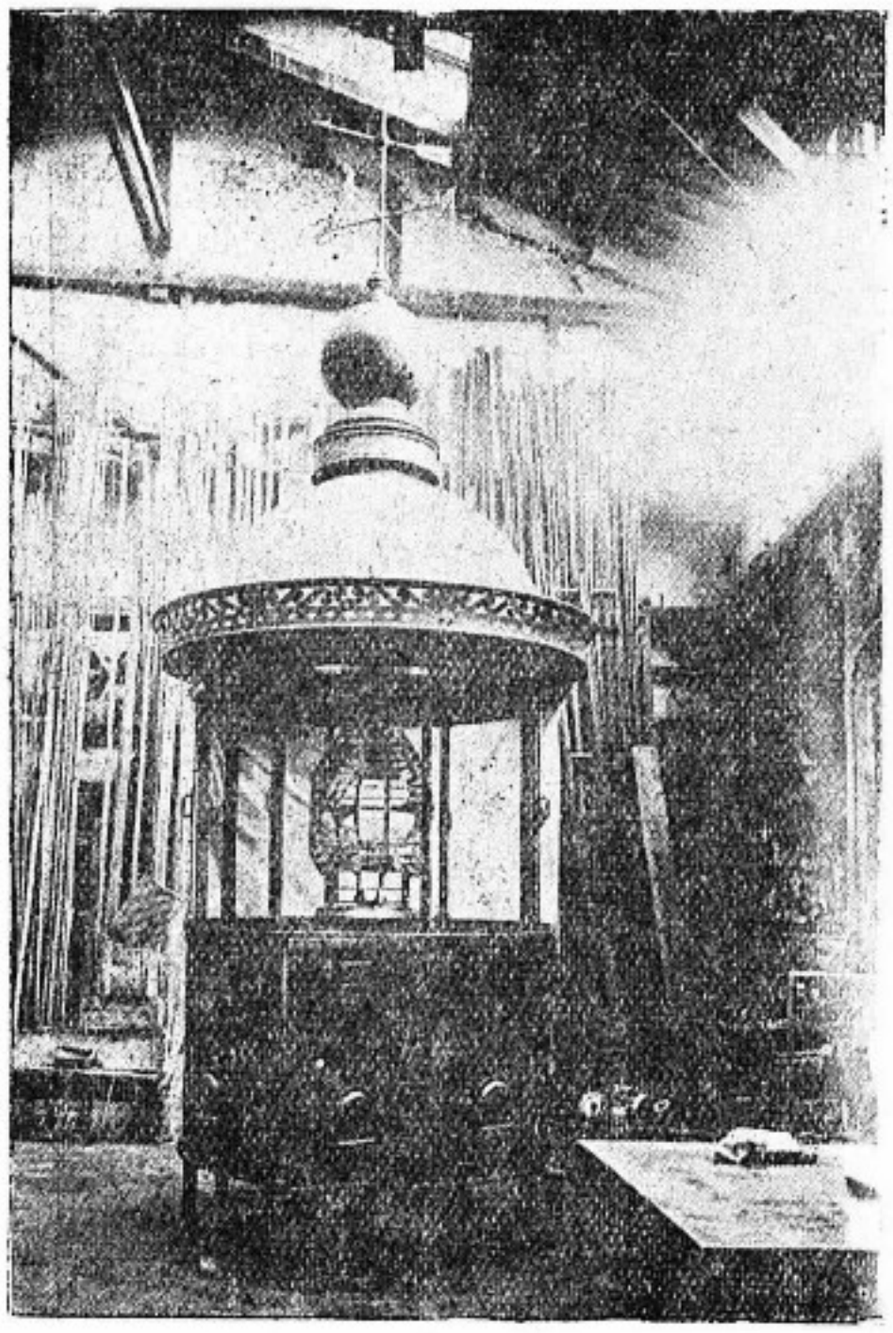


Fig. 10.
Feu fixe d'horizon de 25 cm. de distance focale avec lanterne métallique Luchaire de 1 m. 60 de diamètre.

On sait que le néon est un des gaz rares de l'air, on en trouve une partie dans 66.000 parties d'air ; c'est une grande partie du résidu de la liquéfaction de l'air. M. Georges Claude a imaginé d'utiliser ce résidu dans des tubes à luminescence et obtint une belle lumière orange se prêtant à des effets décoratifs. Ces radiations ont, en outre, l'avantage de compléter, dans une certaine mesure, celles de la lampe à vapeur de mercure, de sorte que la combinaison des deux lumières donne une lumière sensiblement blanche. Enfin, le néon étant relativement bon conducteur, il est plus facile d'utiliser le mélange de néon et de vapeur de mercure que la vapeur de mercure seule.

On obtient encore une lumière satisfaisante, d'un beau blanc, plus ou moins rosé, en associant à l'hélium (qui, employé seul, donne une luminescence livide) une petite proportion de néon, riche en radiations rouges.

Pour augmenter le rendement de ce système, il faut diminuer la pression et cela, d'autant plus que le tube est plus gros : la pression optimum, aussi bien pour le néon que pour l'hélium, est de quelques dixièmes de millimètre de

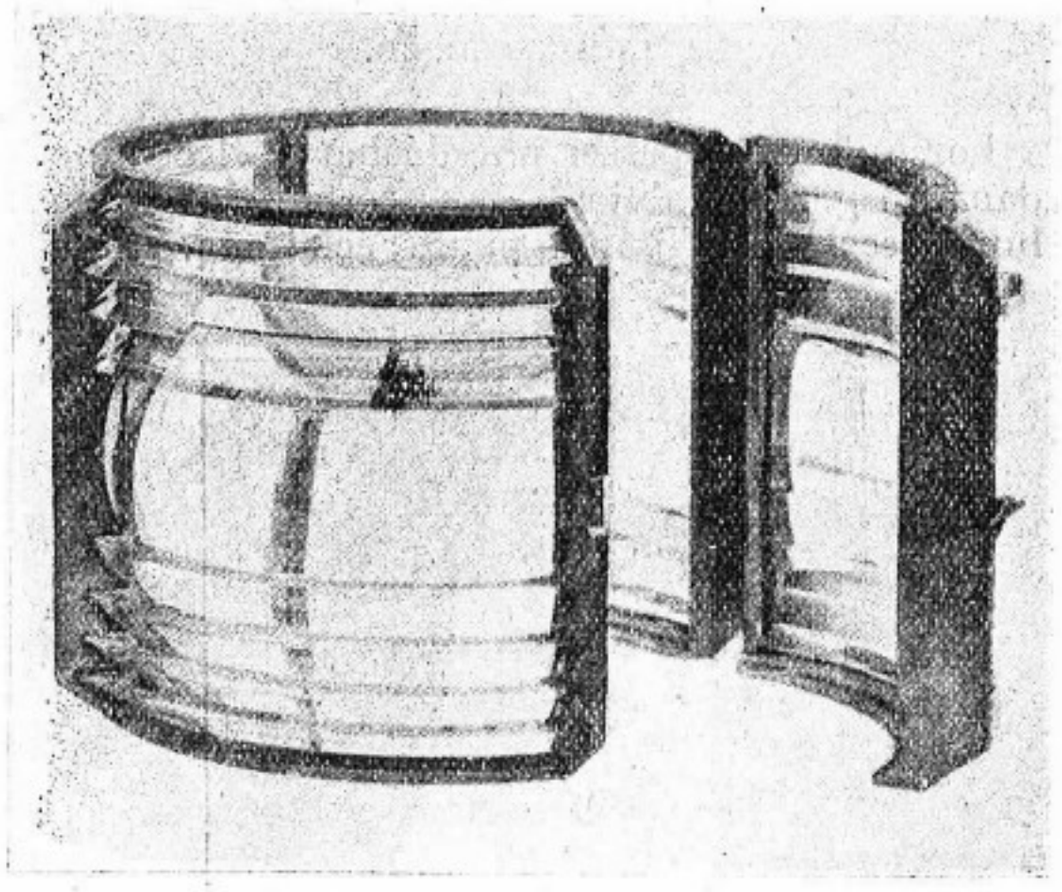


Fig. 11.
Optique de Fresnel pour tête de bouée (Pintch).

mercure. Toutefois, la consommation spécifique pratique de ces tubes est encore de 1,2 *w : b d*, et la tension d'alimentation est excessive.

Pour réaliser des tubes capables de s'allumer sous les tensions usuelles des distributions urbaines, 110 ou 120 volts ; il faut, évidemment, à égalité de puissance, multiplier l'intensité par le facteur de diminution du voltage. Cela est intéressant, car on peut ainsi, plus facilement, diminuer la pression, ce qui permet une diminution de la consommation spécifique, par exemple de 0,9 *w : b* à 0,4 *w : b* lorsque la pression s'abaisse de 2 mm. à 0,2 mm.

Mais, ces tubes à basse pression, à bas voltage, à gros diamètre parcourus par des courants très intenses, devraient avoir d'énormes électrodes s'ils fonctionnaient à régime luminescent : 1 dm^2 par ampère, selon la règle de M. Georges Claude.

Ce physicien a remarqué, heureusement, que, dans ces conditions, ce n'est plus toute la cathode qui entre en jeu, mais seulement une faible partie, dite tache cathodique, où la densité du courant atteint plusieurs ampères par mm^2. Le tube fonctionne à la manière d'un arc. On emploie des anodes de potassium ; les va-

peurs de potassium rapidement formées se condensent et le liquide retombe à la cathode qu'il régénère sans absorber ni l'hélium, ni le néon.

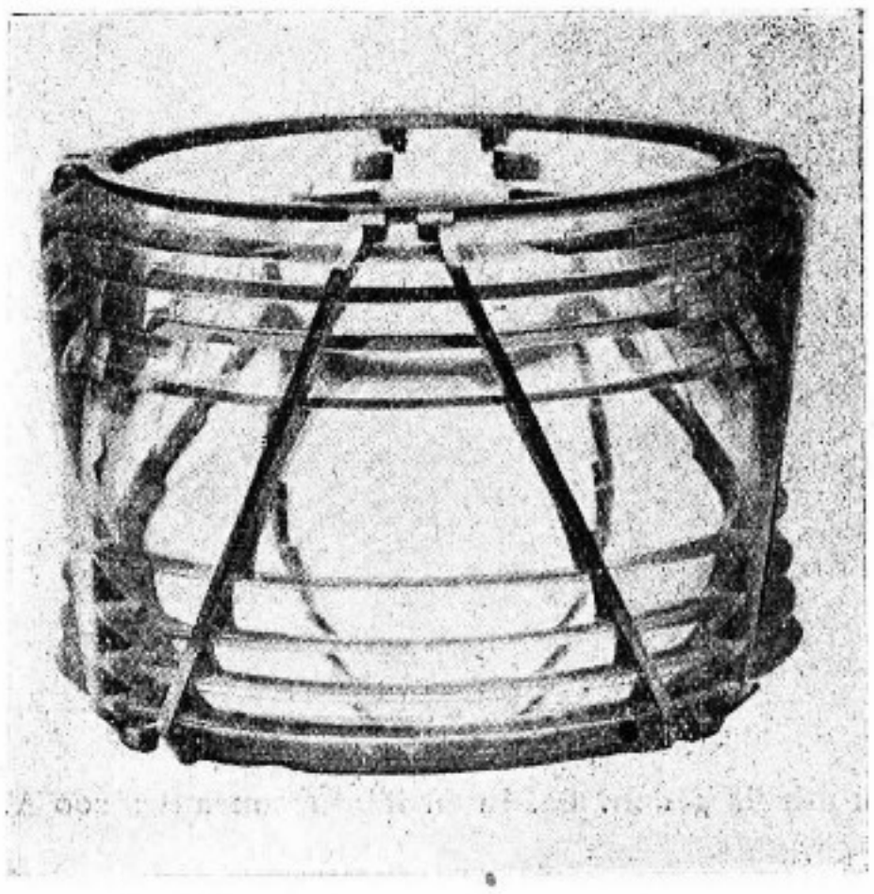


Fig. 12.
Optique de feu de port. — Tambour d'optique Fresnel.

Les tubes à néon que M. G. Claude a présentés à l'Académie des Sciences le 27 juin dernier, ont 66 mm. de diamètre 1,10 m. de longueur ; la pression du gaz est 0,4 mm. de mercure ;

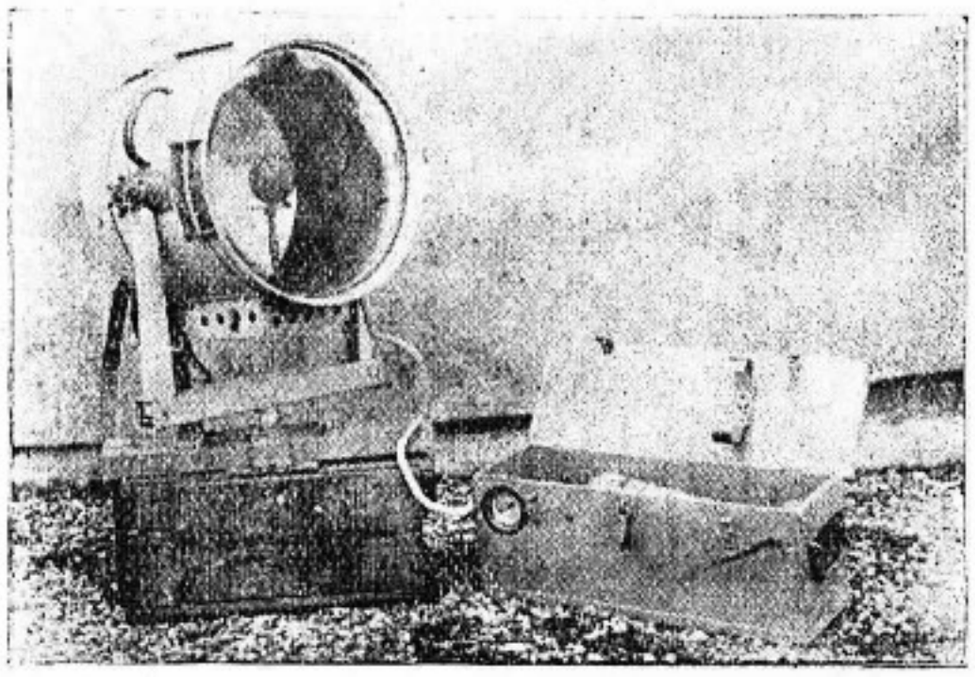


Fig. 13. — Projecteur acétylénique de 0 m. 42.

ils sont munis d'une cathode de potassium et de deux anodes fonctionnant à 25 A avec 120 V alternatifs sous cos. $\varphi = 0{,}9$.

Il semble que des tubes de ce genre pourront être utilement employés pour le balisage lumineux.

D'autre part, l'Office Central Electrique, en disposant 56 tubes à néon et 28 tubes à mercure derrière un vitrage dépoli de 130 m², a pu éclairer le sol d'une salle de 200 m² avec un éclairement moyen de 400 *lux* pour une consommation totale de 36 KW, alors que le même

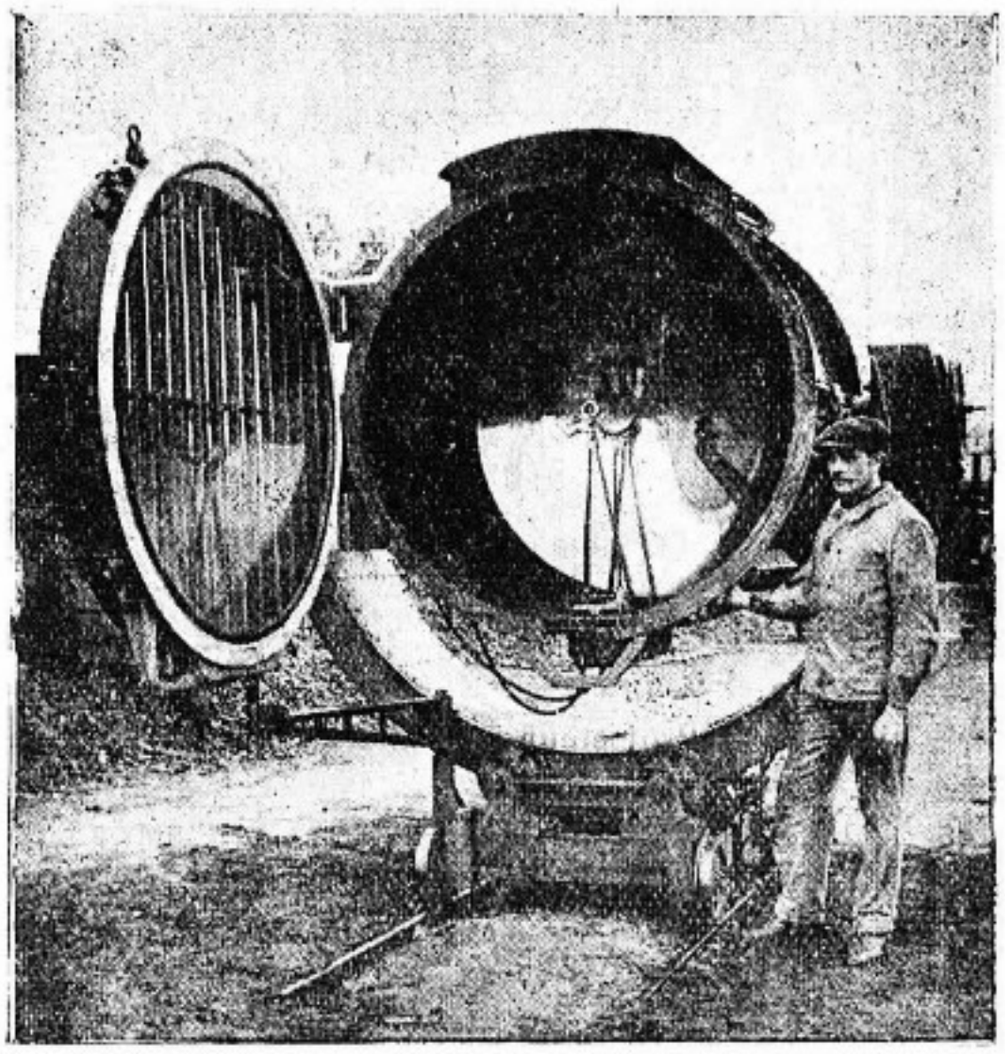


Fig. 14. — Projecteur de défense contre aéronefs (système A. Bochet) à commande à distance.

éclairement aurait exigé 50 KW avec des lampes dites demi-watt.

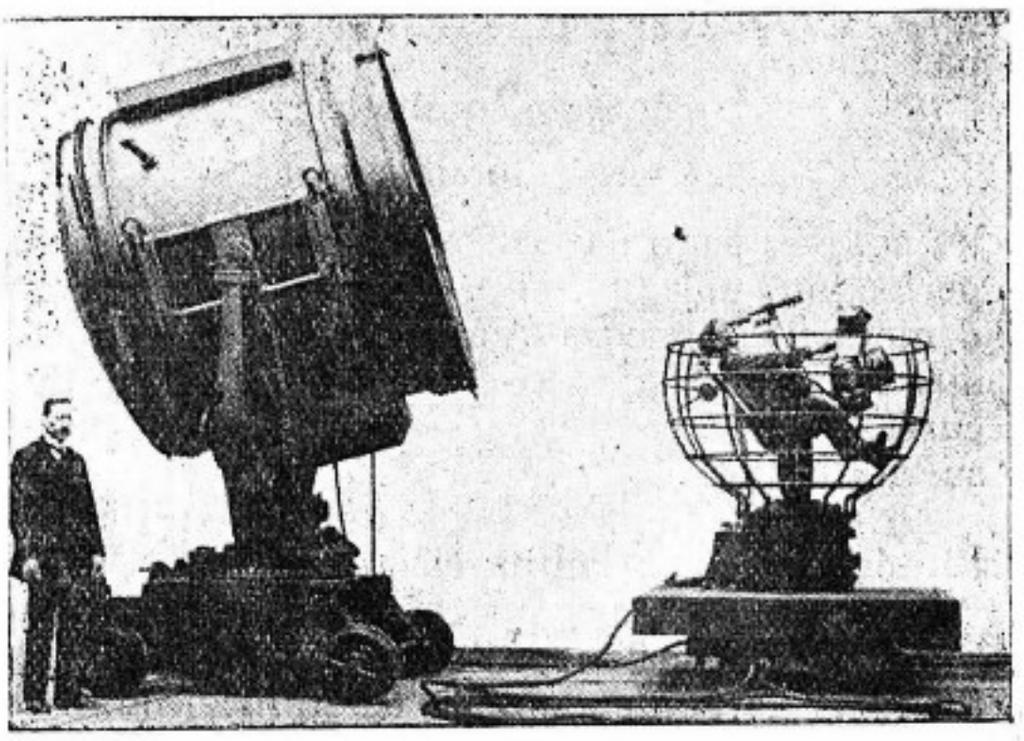


Fig. 15. — Projecteur Sautter-Harlé de 2 m. de diamètre avec commande à distance et répétiteur d'angles.

Eclairage a incandescence.

Un manchon d'oxydes de terres rares chauffé par le gaz d'éclairage, l'acétylène, le gaz d'hui-

le, la vapeur de pétrole, le gaz de Blau dit « gaz liquide », etc., donne une lumière brillante, encore employée dans les phares ou dans les bouées lumineuses (1), mais à peu près disparue des appartements à cause des inconvénients de ces gaz insalubres. D'autre part, la lumière produite est souvent peu agréable. Les manchons chauffés au gaz surpressé rivalisent cependant avec les lampes électriques pour l'éclairage des avenues et des rues parisiennes. A ce point de vue, la bataille reste indécise entre les deux lampes. On ne peut savoir qui l'emportera finalement à cause des progrès possibles de ces deux systèmes. Peut-être une nouvelle invention ou un perfectionnement des lampes à néon ?

Si l'on en juge par le rendement, c'est-à-dire par le rapport :

$$\frac{\text{énergie lumineuse}}{\text{énergie totale émise}}$$

les sources lumineuses sont encore loin de leur perfection, puisque, pour les meilleures, ce rendement n'est encore que de 1 à 2 o/o. On peut dire que l'ombre, c'est-à-dire les radiations obscures, l'emporte encore — et de beaucoup — sur la lumière.

La seule lampe à incandescence utilisée à l'intérieur est la lampe électrique.

On sait comment on remplaça la lampe au filament de carbone, d'abord par la lampe à filament de tantale, puis d'osmium et enfin de tungstène dont la faible fusibilité a permis d'élever la température et d'augmenter le rendement.

Au lieu d'employer ce filament dans une ampoule vide d'air, on a, pour éviter la pulvérisation, rempli cette ampoule d'azote. Le seul inconvénient, c'est qu'à la perte de chaleur par rayonnement s'ajoute alors la perte par conductibilité. On pourrait d'ailleurs, en entourant l'ampoule, d'une seconde ampoule vide d'air, éviter cette seconde perte.

De grands progrès ont été faits dans la fabrication, la présentation, la pose, la distribution et l'emploi de ces lampes qui se prêtent à toutes les applications. Nous sommes obligé de

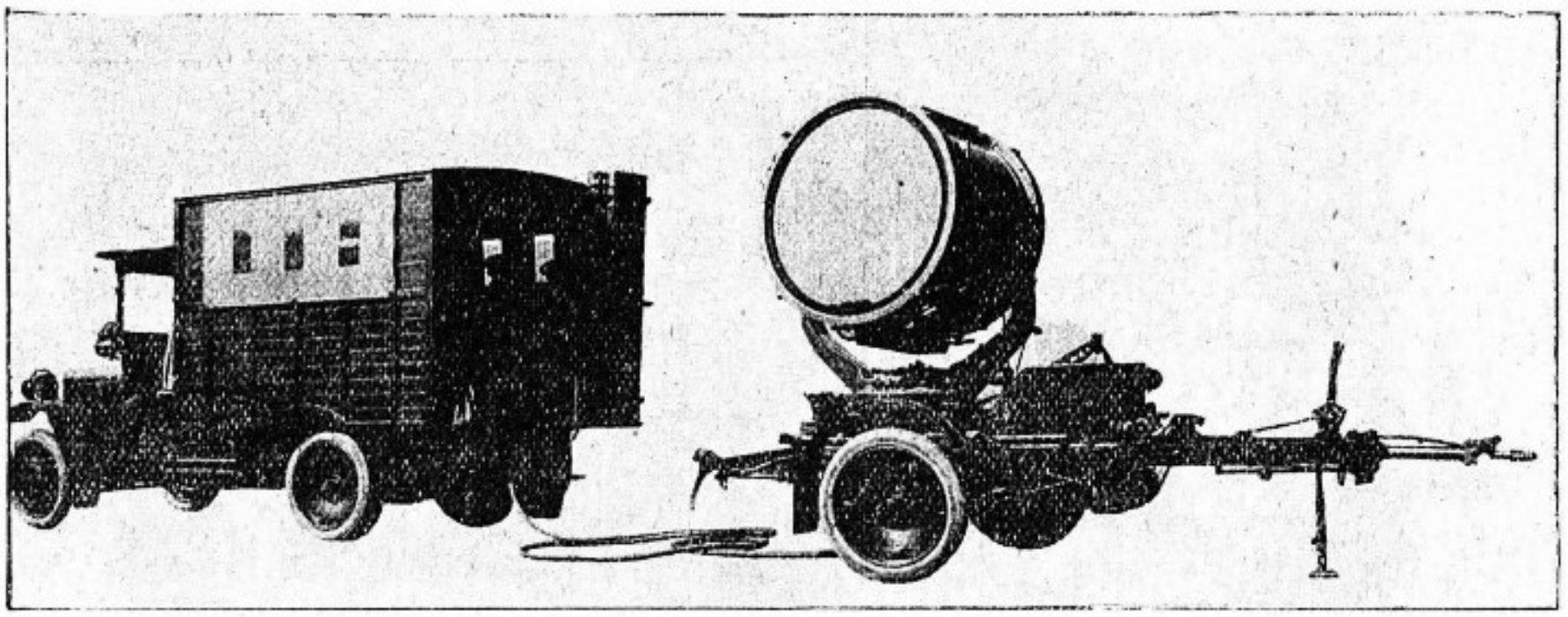


Fig. 16. — Projecteur militaire Sautter-Harlé. Diamètre du miroir : 1 m. 50. Intensité du courant : 200 A.

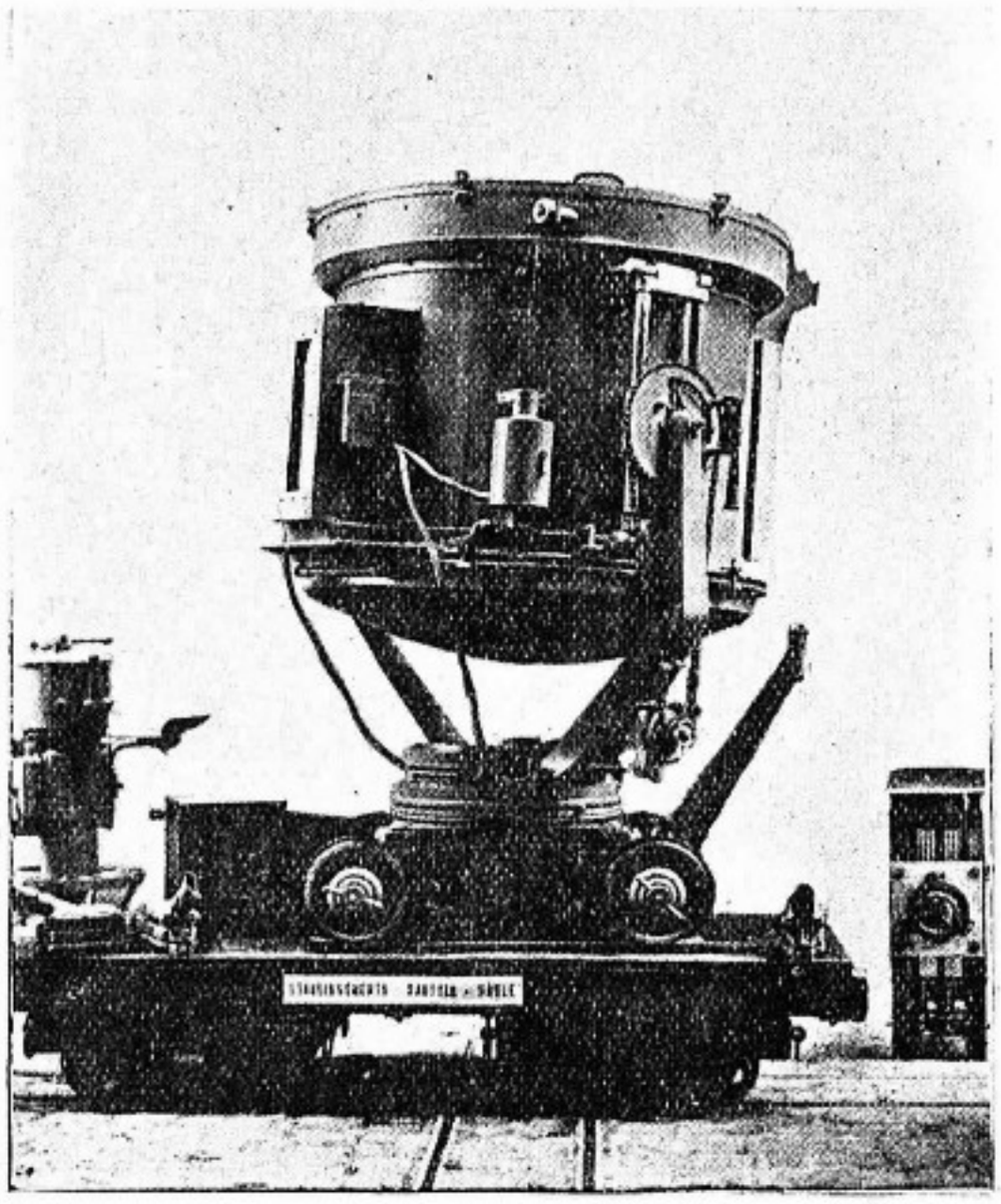


Fig. 17. — Projecteur de forteresse, à miroir de 1 m. 50 dirigé vers le zénith.

(1) Cf. *La Lumière intensive, les Phares et les Projecteurs*. Collection Payot.

renvoyer le lecteur à notre livre, l'*Art de bâtir*, pour les applications domestiques ou industrielles. Nous examinons plus loin leurs applications à la signalisation.

L'Arc électrique.

La source de lumière la plus intense et la plus brillante (1) est l'arc électrique, non l'arc lui-même d'ailleurs, mais le cratère du charbon positif dans l'arc à courant continu, les deux cratères dans l'arc à courant alternatif. C'est d'ailleurs à cause de la température qui règne dans ce cratère que l'arc a un bon rendement lumineux.

La tension minimum nécessaire pour l'établissement d'un arc est de 30 volts, mais si on écarte les charbons il faut ajouter un nombre de volts égal au produit de la résistance en ohms (y compris la résistance dite de stabilisation) par l'intensité en ampères.

En augmentant l'intensité du courant on augmente l'intensité lumineuse jusqu'à une certaine limite ; mais il faut augmenter surtout la *densité* du courant pour accroître la température, la brillance ou éclat intrinsèque et le rendement.

On y arrive par différents artifices, mèche ou âme minérale, charbons inclinés, rotation des charbons, emploi de déflecteurs magnétiques, etc. Le plus intéressant, semble-t-il, est l'arc Gabarini dont la cathode est un anneau creux de cuivre refroidi par une circulation d'eau et entouré d'un solénoïde.

Le charbon positif se présente au centre de la cathode et l'arc tournant à grande vitesse sous l'influence du solénoïde se déplace le long de la lèvre intérieure de l'anneau de cuivre. L'éclat intrinsèque est d'environ 700 bougies décimales par millimètre carré, ce qui serait très avantageux pour la signalisation ou la projection de la lumière aux grandes distances, si l'on arrivait à constituer ainsi un dispositif robuste. L'avantage principal résulte de la suppression du charbon négatif ; l'ouverture de la cathode étant suffisante pour laisser passer, en avant du cratère positif, tout le flux lumineux émis.

La lumière oxyhydrique ou la lumière oxy-acétylénique pourraient donner aussi un éclat assez avantageux pour la projection de la lumière ; mais cet éclat reste encore loin en deçà de celui de l'arc et le chalumeau acétylénique a d'autres applications beaucoup plus importantes pour le découpage des métaux par fusion et la soudure autogène, concurremment d'ailleurs avec la soudure électrique.

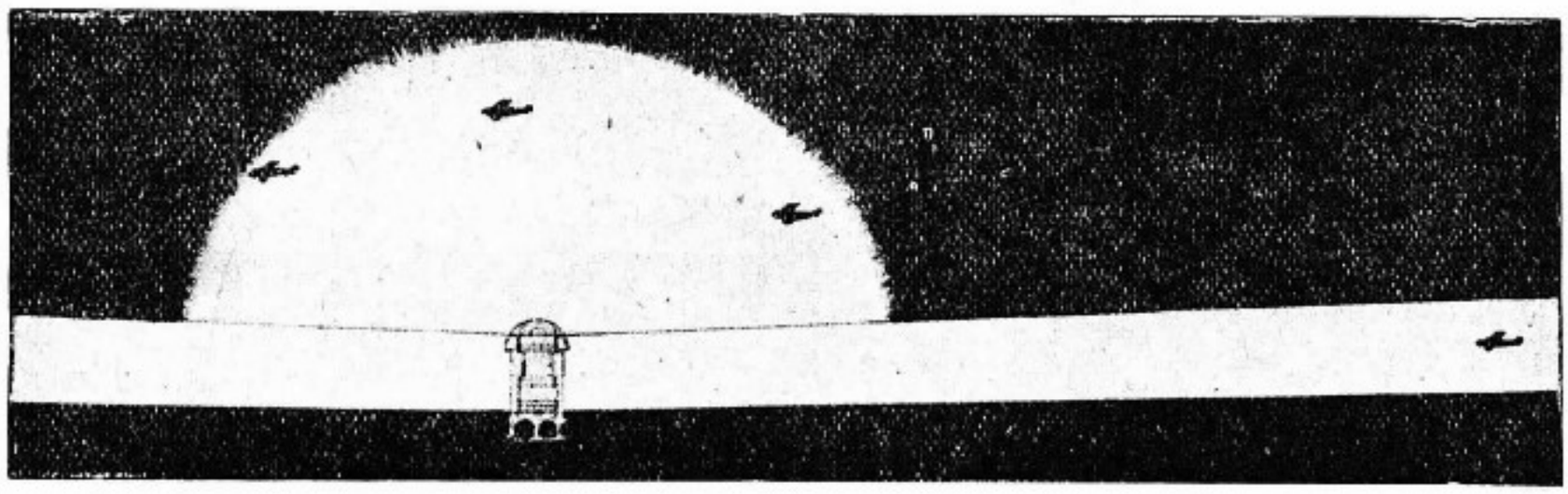


Fig. 18. — Aéro-phare français B.B.T. en Amérique.

L'éclat, qui est un grand avantage pour la signalisation, serait un inconvénient pour l'éclairage ordinaire. Quand on y employait l'arc, on était obligé de l'entourer d'un diffuseur formé d'un globe dépoli.

Les diffuseurs sont également avantageux avec les lampes à incandescence. S'il s'agit, en effet, d'obtenir le meilleur éclairement sur le plan utile, il faut se garder de l'éblouissement qui vient diminuer, réellement, le rendement pratique et surtout l'éclairement de l'éclairage. Le succès de l'éclairage indirect est basé sur cette remarque.

Les Phares.

Quand il s'agit, au contraire, de projeter la lumière, l'éclat présente une importance primordiale, car l'optique qui entoure la lampe fonctionne comme une source secondaire ayant — à quelques pertes près — le même éclat intrinsèque que la lampe. Cela résulte du beau théorème dans lequel André Blondel a résumé les propriétés des systèmes optiques illuminés

(1) Pour les définitions photométriques voir : *L'Art de Bâtir*, Ch. Béranger, éditeur. *La Lumière intensive*, Payot, éditeur.

par une source *non* ponctuelle comme les sources se présentent pratiquement.

Nous regrettons de ne pouvoir résumer ce théorème et de renvoyer aux ouvrages précités.

Bien avant cette théorie d'ailleurs, Augustin Fresnel, auquel on doit, entre autres choses importantes, la théorie des ondulations, avait imaginé et *réalisé* les lentilles à échelons, qu'on emploie encore actuellement dans tous les phares du monde, sous le nom de lentilles de Fresnel ; exemple assez rare d'une application immédiate de principes scientifiques faite par un savant lui-même.

Certes, en 1820, année de cette réalisation, les feux de bois au sommet des tours étaient déjà remplacés par les lampes d'Argant à double courant d'air, que l'académicien Meunier avait complétées d'une cheminée de cristal et dont la lumière, grâce à Lavoisier, était projetée vers l'horizon au moyen de réflecteurs paraboliques.

A cette époque, les meilleurs réflecteurs, dont le poids considérable fatiguait beaucoup les machines de rotation, absorbaient environ la moitié du flux lumineux. Une lentille de grande dimension, très épaisse au centre, semblait aussi avoir le double inconvénient de peser beaucoup et d'affaiblir notablement la lumière. « Mais, dit Fresnel, si on divise la lentille en anneaux concentriques et qu'on ôte à la petite lentille du centre et aux anneaux qui l'entourent toute la partie inutile de leur épaisseur, leur en laissant assez pour qu'ils puissent être unis solidement par leurs bords, on conçoit qu'on peut également obtenir le parallélisme des rayons émergents partis du foyer, en donnant à la surface de chaque anneau la courbure et l'inclinaison convenables. Fresnel ignorait, d'ailleurs, que Buffon avait proposé ces lentilles à échelons pour utiliser la chaleur solaire ; mais le savant naturaliste n'avait pas imaginé de les diviser en plusieurs pièces, ce qui rendait sa proposition irréalisable à l'époque où elle était faite.

La première lentille de Fresnel se trouve au Conservatoire des Arts et Métiers. En 1820, fut terminée une seconde lentille carrée de 55 cm. de côté, qui comprenait 33 morceaux. La Commission des Phares approuva alors le projet d'un premier appareil tournant composé de 8 lentilles carrées de 76 cm. de côté, formées d'éléments annulaires et constituant un prisme octogonal de 2 m. de diamètre.

Essayé à l'Arc de Triomphe de l'Etoile le 20 août 1822, il fut mis en service le 20 juillet 1823 dans la tour de Cordouan à l'embouchure de la Gironde. Les 8 éclats portaient à 60 km., trois fois plus loin que les anciens réflecteurs. Robert Stevenson, directeur des Phares d'Ecosse faisait construire presque tout de suite des appareils semblables pour les côtes de la Grande-Bretagne. Encore actuellement, un grand nombre de phares étrangers sont construits en France. Le phare lenticulaire de Fresnel (fig. 5), construit pour la tour de Cordouan est pieusement conservé au Dépôt des Phares avec la lampe à 4 mèches (fig. 6), qui l'illuminait. Fresnel imagina ensuite les anneaux catadioptriques qui encadrent maintenant les appareils lenticulaires, et proposa de faire tourner les appareils à l'aide de flotteurs se déplaçant dans une cuve à mercure, dispositif qui fut adopté 65 ans plus tard, si efficace qu'il suffit d'une pile pour assurer la rotation de certaines optiques.

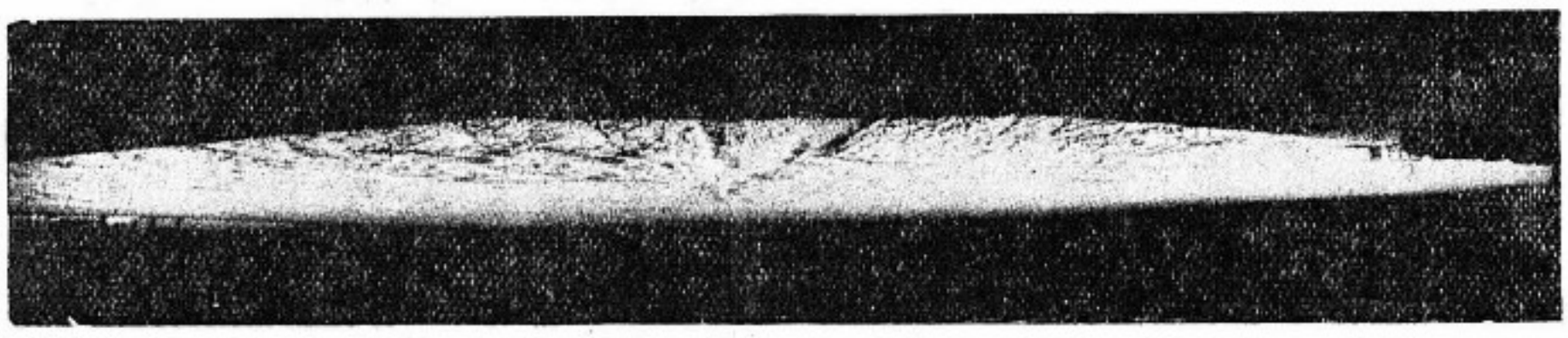


Fig. 19. — Eclairage d'un terrain d'aviation en Amérique par les appareils B.B.T.

*
* *

Depuis Fresnel les progrès ont surtout porté sur l'augmentation de la *brillance* ou l'éclat intrinsèque des sources, dont nous avons montré l'intérêt.

Il est cependant des limites de puissance lumineuse qu'on n'a pas intérêt à dépasser parce que l'absorption des rayons lumineux dans l'atmosphère brumeuse croît comme une exponentielle de la distance, c'est-à-dire très vite. Dans un certain état de transparence il faut, par exemple, multiplier la puissance du feu par 1.000, 10.000 ou 100.000 pour multiplier la portée par 3, 4 ou 5 fois seulement. La seule portée qu'on puisse prévoir c'est la portée géographique, encore est-elle sous l'influence des modifications de la réfraction atmosphérique.

Le Service des Phares français se borne, de-

puis longtemps, à des observations systématiques qui permettent de prévoir à quelle distance un phare sera visible 50 fois sur 100 (portée moyenne) ou 90 fois sur 100 (portée par temps brumeux).

Un phare de 150.000 *b* a une portée moyenne de 28 ou de 18 milles en Méditerranée ou dans la mer du Nord ; si l'on élève cette puissance à 900.000 *b*, les portées sont 35 et 20 milles.

Dans les périodes brumeuses, en augmentant la puissance d'un phare de 300.000 *b*, on ne gagne seulement que 1,5 mille environ, résultat approximatif, car on ne peut comparer ainsi que

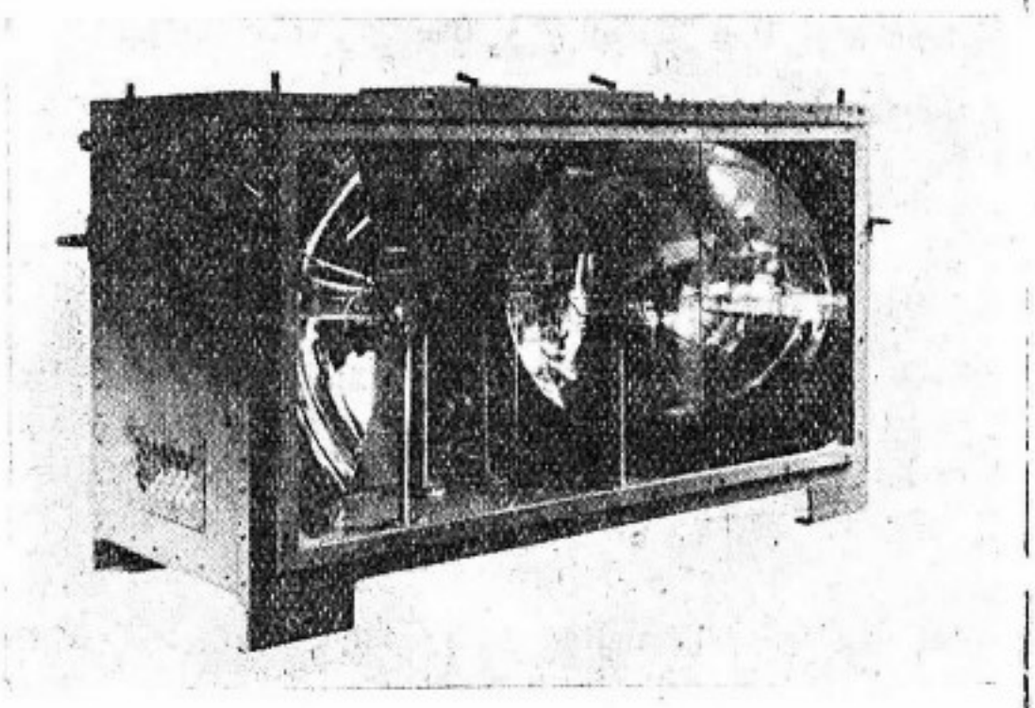


Fig. 20.
Miroirs S.H. pour l'éclairage des terrains d'atterrissage.

des phares homologues. Même les phares les plus puissants comme les phares de 30 millions de bougies n'arrivent pas à percer utilement les brumes intenses. La signalisation s'opère alors par radiophares ou signaux hertziens que nous avons déjà décrits.

Fresnel a fondé, presque dans sa forme actuelle, la science de l'optique et a montré à la physique moderne sa voie dans le domaine des radiations. Il est piquant de noter même qu'avant d'imaginer et de réaliser les phares lumineux, il avait formulé les premiers principes dont sont sortis les phares hertziens qui complètent son œuvre en temps de brume.

Progrès des miroirs.

L'invention de Fresnel a stimulé plus tard le perfectionnement des miroirs réflecteurs en verre, puis en métal. Quoique le rendement de ces projecteurs (1) soit du même ordre que celui des lentilles de Fresnel, ces dernières sont presque toujours appliquées à la signalisation maritime.

Au contraire, les miroirs métalliques sont universellement adoptés pour les gros projecteurs de guerre parce que le poids et la vulnérabilité sont plus grands avec les lentilles de Fresnel qu'avec les miroirs. Lorsqu'il s'agit de

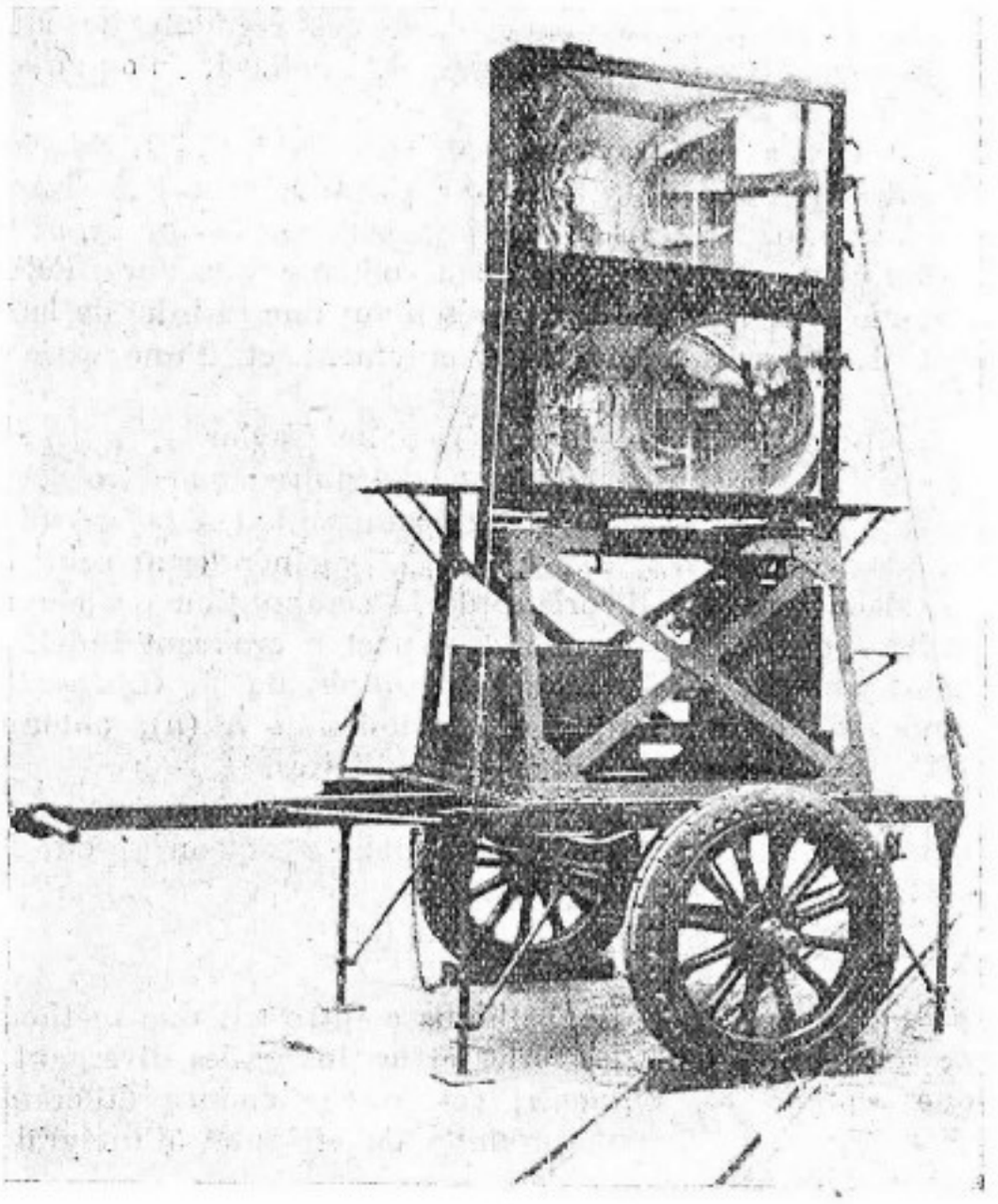


Fig. 21. — Appareil à miroir S.H. pour l'illumination des terrains d'atterrissage.

projecteurs de plus faible surface on emploie, selon les circonstances ou les miroirs ou les appareils lenticulaires. Les illustrations de cet article donnent des exemples d'applications plus ou moins saisissantes des deux genres d'appareils.

(1) Nous avons étudié les projecteurs et leurs propriétés photométriques dans plusieurs articles de la *Revue Industrielle* (1924-25), ainsi que dans notre livre de la Collection Payot : *La Lumière intensive, les Phares et les Projecteurs*.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Novembre 1932).

Théorie des fonctions. 1. M. *Nikola Obrechkoff* donne des théorèmes généraux sur la sommabilité (C, k) d'une série de Fourier et de sa conjuguée. Ces théorèmes comprennent comme cas particuliers des résultats de MM. Lebesgue, Hardy et Littlewood, Pollard, Bosanquet, Noaillon et Lucàcs.

2. Dans la voie frayée par M. Ostrowski, M. *G. Bourion* montre qu'on peut caractériser par une propriété simple de leurs polynomes-sections les séries de Taylor ayant la propriété suivante : on peut obtenir chacune d'elles comme somme d'une série présentant une infinité de lacunes de largeur bornée inférieurement et d'une série à rayon de convergence plus grand.

3. Etant données deux séries de Taylor $\Sigma\ a(n)\,x^n$ et $\Sigma\ b(n)\,x^n$, on peut en déduire une troisième $\Sigma\ A(n)\,x^n$ par un procédé de composition $A(n)=\psi(a_n, \ldots, a_{n-p+1}, b_n, \ldots, b_{n-q+1})$ généralisant celui de M. Hadamard. Le théorème de la composition des singularités pourra être en défaut si p et q croissent indéfiniment avec n. C'est la question qu'étudie M. *C. Desaint* pour une forme simple de la fonction $A(n)$, obtenue à l'aide d'intégrales multiples auxiliaires.

4. MM. *Julius Wolff* et *Bastian Grootenboer* montrent que si $u(z)=\mathcal{R}[f(z)]$ est >0 pour $x>0$, on a pour les dérivées de la fonction $f(z)$ (holomorphe si $x>0$) :

$$f^n(z)\leqslant\frac{n!\,u(z)}{x^n}$$

Analyse. 1. M. E. Kogbetliantz a introduit une méthode de sommation pour les séries et les intégrales divergentes que reprend M. *Vignaux*; cet Auteur énonce différents théorèmes relatifs aux produits de séries et d'intégrales sommables par ce procédé.

2 et 9. M. *Marcel Brelot* poursuit l'étude des singularités ponctuelles des fonctions sous-harmoniques et de leurs dérivées. Par exemple, si, au voisinage de O (O exclu), on a $u(M)=\lambda(M)\log 1/OM$ ou $\lambda(M).\ \overline{OM}^{2-n}$, u admet une majorante harmonique lorsque λ_m (O) est finie et inversement. Si u est bornée supérieurement, elle est sous-harmonique même en O.

3. M. *Pierre Humbert* étudie la fonction de Bessel-intégrale de M. van der Pol, soit.

$$Ji(x)=-\int_n^\infty\frac{J_0(x)}{x}dx$$

il la définit pour J_n (x) et annonce qu'on a, par exemple :

$$li\ e^{\frac{x}{2}\left(z-\frac{1}{z}\right)}=\sum_{-\omega}^{+\omega}z^m\,Ji_m(x)$$

4. Le théorème de Rouché sur les zéros des fonctions holomorphes admet un théorème corrélatif élégant dû à B. *D. Pompeiu* : soit $g(x)=f(z)+\varphi(z)$; si z parcourant le contour C à l'intérieur duquel f et φ sont holomorphes, les vecteurs représentatifs des fonctions f et φ font toujours entre eux un angle $<\frac{\pi}{2}$ et si $f(z)$ s'annule à l'intérieur de C, $g(z)$ possédera au moins un zéro à l'intérieur de C.

6. Soit $\theta_1(\theta)$ une transformation de sens constant d'un cercle C en lui-même; poursuivant ses recherches sur les caractéristiques du tore, M. *Arnaud Denjoy* montre que si $\theta_{n+1}=\theta_1(\theta_n)$, et si $F(\theta)$ est continue, la moyenne $[F(\theta_1)+\ldots+F(\theta_n)]:n$ tend pour $n=$infini vers une limite indépendante de θ et ne dépendant que de F.

7. M. *Jacques Devisme* signale notamment que, $\Delta_3U=0$ désignant l'équation de M. P. Humbert, les équations $k\,\Delta_3U=\frac{\partial U}{\partial t}$ et $k\,\Delta_3U=\frac{\partial^2U}{\partial t^2}$ admettent des solutions qui s'expriment à l'aide des fonctions d'Appell et de la formation hypergéométrique.

8. De son côté, M. *N. Botea* étudie l'équation

$$\Delta_n U\equiv\left\{\begin{array}{cccc}\frac{\partial}{\partial x_1}, & \frac{\partial}{\partial x_2}\ldots & \ldots\frac{\partial}{\partial x_n}\\ \frac{\partial}{\partial x_n} & \frac{\partial}{\partial x_1}\ldots & \ldots\frac{\partial}{\partial x_{n-1}}\\ \ldots\ldots\ldots & \ldots\ldots & \\ \frac{\partial}{\partial x_2} & \frac{\partial}{\partial x_3}\ldots & \frac{\partial}{\partial x_1}\end{array}\right\}U=0$$

qui généralise l'équation $\Delta_3U=0$ de M. P. Humbert.

Géométrie. 1. En utilisant les coordonnées isotropes, M. *André Haarbleicher* a obtenu toute une suite de propriétés relatives aux courbes des trois barres : ce sont, par exemple, les lieux de foyers coaxiaux d'une conique inscrite dans un triangle et dont le cercle qui a pour diamètre l'autre axe reste orthogonal à un cercle fixe.

2. M. *Bertrand Gambier* compare l'étude des singularités des surfaces réglées algébriques à celle des singularités des courbes planes algébriques; il étudie en outre, les lignes de raccord de ses surfaces.

3 et 4. Soient G le groupe des transformations isométriques d'un espace de Riemann à n dimensions, et G_0 le diviseur de G laissant invariant un point ordinaire. M. *Potron* a établi que si G est à $n(n+1)$ paramètres, il existe un groupe à un paramètre de transformations conformes dont chacune est permutable à toutes celles de G_0. D'ailleurs, dans ce cas, l'espace de Riemann est à courbure constante et G est semblable soit au groupe des déplacements euclidiens, soit à celui des déplacements cayleyens.

5. M. *Lucien Chamard* appelle rayon attaché pour un point M et pour l'ensemble ponctuel E une demi-droite MV telle que les projectantes de M soient, quant au plan perpendiculaire en M à MV du côté opposé à cette demi-droite. Cette notion, et celle de cylindre attaché qui s'en déduit, trouvent leur application dans l'étude des points $\mathfrak{Z}$ de M. G. Durand.

Géométrie infinitésimale. M. *Bertrand Gambier* étudie la distribution des points focaux d'une congruence de cercles, et, notamment, les cas où il existe des points focaux multiples. Le cas de points focaux doubles donne lieu à une transformation remarquable d'une surface quelconque et d'une famille de géodésiques à un paramètre tracées sur la surface.

Mécanique céleste. Comme le montre M. *Kiveliovitch*, on peut établir entre les variables du problème des trois

corps des relations simples de telle sorte que le mouvement dans l'espace n'admette jamais de chocs.

Hydrodynamique. Le mouvement irrotationnel d'un liquide limité par des parois mobiles indéformables n'est pas toujours à liaisons holonomes, et, comme tel, ne peut pas être étudié en général par les équations de Lagrange. Mais M. *Emile Cotton* montre à ce propos que les équations d'Appell sont applicables au problème. On doit observer d'ailleurs que dans les cas les plus simples de non-intégrabilité de Lagrange restent valables; pour reconnaître s'il en existe d'autres où elles seraient en défaut, il faudrait résoudre au préalable un problème de Neumann.

Mécanique des fluides. M. *D. Riabouchinsky* montre que l'analogie classique entre le phénomène du ressaut et celui de l'onde de choc est plus profonde qu'elle ne paraît : elle peut être utilisée comme une méthode générale de recherche permettant d'expliquer l'aérodynamique par l'hydraulique — ou inversement. L'Auteur donne à ce sujet diverses applications.

Mécanique appliquée. On peut améliorer l'isochronisme d'un pendule en disposant de part et d'autre de la position d'équilibre deux butées élastiques. C'est là un procédé empirique connu depuis longtemps et dont M. *J. Haag* établit la théorie précise.

Elasticité. 1. Précédemment, M. *P. Papcovitch* avait exprimé au moyen de trois fonctions harmoniques arbitraires la solution générale des équations de Lamé. Il donne actuellement une expression de la solution à l'aide de quatre fonctions hormoniques. En l'absence de forces de volume, on retombe sur une solution de M. Galerkin.

2. M. *B. Galerkin* développe la solution générale du problème de l'équilibre d'un cylindre circulaire, soumis à la flexion par des forces superficielles, à l'extension longitudinale par des tensions tangentielles ou normales (celles-ci aux extrémités) et soumis en outre à la torsion. Les formules utilisent les fonctions de Bessel du premier et du second genre.

3. M. *Robert l'Hermite* obtient une solution approchée, mais pratiquement acceptable, du problème de la pièce rectangulaire plane mince soumise à des pressions périphériques situées dans son plan.

Résistance des matériaux. MM. *R. de Fleury*, *H. Portier* et *S. Benmakrouha* ont étudié par formules et par abaques les influences comparées et réciproques pour chaque état d'alliage du module d'élasticité, de la limite élastique et de la densité sur les dimensions des poutres et éléments de charpente en flexion. Les formules ont été établies de manière à conserver le même taux de sécurité avec allègement maximum; on pourrait aussi accroître considérablement la sécurité à poids égal de métal lourd.

Physique théorique. Admettant que le photon est lié à une onde à quatre composantes obéissant aux équations de Dirac, M. *Louis de Broglie* montre que la fréquence d'une onde lumineuse serait reliée aux énergies de deux états stables du photon par la loi des fréquences de Bohr : le rapport entre les ondes du photon et le champ de l'onde électromagnétique associée serait le même que celui qui existe en Mécanique ondulatoire entre les ondes de l'électron et les éléments de matrice de Heisenberg et Schrödinger. Et cette explication, qui appelle d'ailleurs d'autres recherches, rétablirait entre les théories du photon et de l'électron une symétrie conforme aux tendances actuelles de la Mécanique ondulatoire.

2 et 3. M. *L. Goldstein* étudie le processus du choc des électrons. Les travaux consacrés à cette question employaient un système de référence lié au noyau de l'atome diffuseur. Dans une théorie plus complète le système de référence doit être fixe; le processus se dédouble alors en chocs interne et externe (celui-ci ayant lieu entre le diffuseur et l'électron). L'Auteur établit la théorie du choc externe; puis, dans une seconde Note, il étudie la validité du théorème de la conservation de la quantité de mouvement dans les processus de collisions d'électrons.

Physique Mathématique. On a étudié expérimentalement dans les électrolytes le phénomène de la fixation d'un électron sur une molécule; il donne lieu à un spectre d'électro-affinité. M. *Y. Rocard* donne une théorie de ce spectre et montre comment des résultats numériques obtenus pourraient être appliqués à l'étude du ciel nocturne.

RENÉ GARNIER.

Radioactivité

La radioactivité du samarium. — Deux savants de l'Institut de Chimie Physique de Fribourg-en-Brisgau, G. Hevesy et M. Pahl (1), ont reconnu, des propriétés radioactives marquées à l'un des nombreux éléments de la famille des terres rares, le samarium.

L'oxyde de samarium, indiquent-ils, est doué d'une radioactivité qui est, à surface égale, de l'ordre du tiers de la radioactivité du chlorure de potassium. Le rayonnement, d'après ses caractéristiques, n'est imputable à la présence d'aucun élément radioactif connu, conclusion confirmée par l'échec de tous essais de séparation de l'activité par précipitation au moyen, soit du baryum, soit du plomb, soit du zirconium.

Les auteurs ont trouvé la radiation du samarium du type alpha. Elle est absorbée, avec réduction à la moitié de sa valeur, par une épaisseur d'aluminium de 1,3 μ environ.

S. V.

Chimie physique

Persorption et tamis moléculaires. — Dans une communication à la Faraday Society, Mac Bain (2) s'est élevé contre l'emploi du terme « adsorption », qui, selon lui, a largement survécu à son utilité. Nos données, fait-il observer, se rapportent pour la plupart à des solides d'une porosité si extrême que l'ordre des dimensions moléculaires ou atomiques se trouve presque atteint. Dans un kilogramme de charbon très actif, de zéolithe anhydre ou de siloxène, la surface de contact entre la substance adsorbée et la structure poreuse s'évalue en milliers de mètres carrés, et les atomes adsorbés deviennent comparables en nombre aux atomes qui interviennent dans la structure solide.

Au mot « adsorption », Mac Bain et Britton ont proposé de substituer le mot « persorption » qui fait prévoir pour le solide, depuis son état initial, une dilatation ou une distension. Le fait est bien vérifié pour le charbon, le silica-gel, la chabazite, et certains métaux, tels que le platine, le palladium, le fer, le tungstène. En particulier, le conglomérat de micelles et cellules propres au charbon est partiellement perméable à de petites particules, telles que les atomes d'hélium.

La notion de persorption entraîne la considération de tamis moléculaire. Le tamis moléculaire idéal est représenté convenablement par un cristal de chabazite anhydre, qui laisse passer librement toutes les molécules de diamètre inférieur à 3,5 Å. Le silica-gel et le charbon, pour

(1) « Nature » (de Londres), 3 décembre 1932.
(2) Trans. Faraday Soc., avril 1932.

être moins réguliers que la chabazite, font aussi office de tamis moléculaires, pour des molécules ou particules suffisamment volumineuses, comme celles de la benzopurpurine.

Mac Bain et Kistler ont confectionné des membranes, telles que la cellophane, qui permettent des sortes de filtrations sélectives. On parvient ainsi à séparer les particules des molécules, et à trier ensuite les molécules de tailles différentes, le procédé restant efficace jusqu'à des molécules de la dimension de celles de l'eau.

Certaines matières textiles fonctionnent encore comme tamis moléculaires. Comme illustration, Mac Bain mentionne, d'après Speakman, l'imperméabilité des fibres de laine aux molécules d'eau. Leurs micelles, de caractère lamellaire, ont une épaisseur de l'ordre de 200 Å, tandis que les pores intermédiaires sont de l'ordre de 40Å. Au contact de l'eau, la fibre se gonfle, en subissant un allongement de 1.1 o/o et un accroissement de diamètre de 18 %.

S. V.

Géologie

L'origine des grandes cassures africaines. — J'ai, en 1926, dans le Livre jubilaire de la Société Géologique de Belgique, montré que les grandes fractures de l'Afrique orientale devaient être envisagées comme les conséquences de mouvements tangentiels, de l'écorce terrestre : ces cassures se lient à des poussées orogéniques, qui se sont propagées, à partir du géosynclinal du Mozambique, dans la masse du continent éthiopien, lors des phases tectoniques andines et pyrénéo-alpines.

Récemment E. Parsons, dans son travail « The origin of the great rift valleys » publié par les Transact. Geol. Soc. South Africa (31e vol. édité en 1929), puis Bailey Willis, dans son livre de 1930 « Living Africa, a geologist's Wanderings through the rift valleys » sorti des presses de la Maison Mac Graw-Hill, à New-York, ont a leur tour admis que la formation des fossés africains était surtout le résultat de compressions horizontales : ces deux géologues sud-africain et nord-américain sont arrivés à cette conclusion en partant d'ailleurs de principes fondamentalement différents.

Bailey Willis pense que ces compressions horizontales sont la conséquence de la dilatation du « Victoria Disk » en rapport avec une concentration de chaleur dont ce compartiment, enfermé dans le réseau des fossés, aurait été le théâtre.

Plus rationnellement, à mon sens, E. Parsons croit que les vallées d'effondrement de l'Afrique orientale sont dues à des pressions latérales semblables à celles qui, en d'autres parties de la croûte terrestre, donnèrent naissance à des plissements.

Ainsi se confirme la notion que j'avais développée d'une évolution spéciale au géosynclinal du Mozambique : les mouvements orogéniques en bordure de ce compartiment de notre globe, auraient, lors des phases tectoniques mésozoïques et cénozoïques, au lieu de donner naissance à des chaînes de montagnes comme partout ailleurs dans les zones mobiles de la surface de la planète, engendré des chapelets de fosses, où s'établirent très tôt des lacs fréquentés par de grands mammifères, lacs dont des reliques fort importantes subsistent encore de nos jours.

L. Joleaud.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

Recherches sur la corrosion des coques des navires. — La fréquence des phénomènes de corrosion constatés sur les bâtiments de mer a donné lieu, dans ces dernières années, à un courant d'études théoriques et expérimentales qui ne doit pas échapper à l'attention du public scientifique. C'est qu'en effet, indépendamment de l'intérêt pratique de la question, la corrosion des coques a pu mettre en évidence un certain nombre de circonstances des plus importances pour la mise au point d'une théorie, fondée sur des principes cohérents, susceptibles de remplacer les conceptions empiriques auparavant seules en faveur.

Il arrive même, en ce moment, en raison de l'extrême complexité des faits et de la difficulté qui se présente parfois pour les sérier et les interpréter, que ces études peuvent offrir un intérêt actuel beaucoup plus caractérisé pour un homme de science qu'à l'égard des praticiens, cependant directement intéressés, mais impatients du résultat et trop souvent sceptiques sur l'efficacité des méthodes du laboratoire.

Il peut se faire, en effet, qu'une circonstance particulière soit de nature à modifier profondément l'aspect des phénomènes le plus habituellement observés, d'où apparence de contradiction et nécessité d'approfondir davantage la base à donner à une systématisation rationnelle.

Le point de départ est dans la nature électro-chimique du phénomène étudié. Il se produit entre deux conducteurs immergés dans l'eau de mer, qui joue le rôle d'électrolite, un courant résultant de la différence des potentiels à la surface de ces corps et dont la conséquence est l'attaque de celui qui constitue l'anode. On sait que la corrosion à l'anode s'accompagne d'un dégagement d'hydrogène qui, en se condensant à la surface de la cathode, amène dans l'opération effectuée *au laboratoire*, la polarisation plus ou moins rapide du système.

Mais, dans les conditions effectives de la corrosion en service, il existe toujours une proportion d'oxygène libre dans l'eau de mer, dont la combinaison avec l'hydrogène de la cathode s'oppose à la polarisation, entraînant, par conséquent, la prolongation de l'attaque à l'anode. La vitesse du phénomène de corrosion est donc nécessairement proportionnelle à la quantité d'oxygène en suspension dans l'eau de mer. C'est ainsi que l'on peut s'expliquer l'importance et la violence des corrosions constatées sur certaines parties de la coque, qui sont en contact avec une eau notablement plus riche en oxygène libre. Tel est notamment le cas de la région de la carène qui se trouve au voisinage des hélices : étambot, tôles du bordé et du gouvernail. On constate, d'une façon générale, des attaques extrêmement fréquentes sur les étambots et les safrans du gouvernail, surtout à la hauteur des hélices.

(On rapprochera de cette catégorie de corrosions, celles pareillement violentes qui se produisent sur les surfaces soumises à des immersions alternées). Les techniciens connaissent le cas particulièrement typique des pétroliers

en service dans le golfe du Mexique. On a constaté fréquemment, sur les coques de ces bâtiments, des corrosions intenses de la partie arrière de la coque, de l'étambot et du gouvernail. Il a été parfois jugé nécessaire de protéger le safran du gouvernail par une enveloppe, l'espace libre entre celle-ci et le safran étant rempli de minium ; cette protection a dû être, dans certains cas, renouvelée après six mois de service seulement. Les armateurs ont d'ailleurs pris l'habitude de faire passer ces navires au bassin tous les six mois au moins, la peinture de la partie arrière étant renouvelée avec un soin tout particulier.

Or, dans cette catégorie de cas, la double circonstance de la vitesse plus grande de rotation des hélices, propre au type de navire, et du peu de profondeur de l'eau, explique la présence d'une quantité particulièrement considérable d'air dans les eaux où baignent les régions attaquées. Ces eaux contiennent d'ailleurs, en outre, une proportion relativement élevée de chlorures et d'acides provenant de la décomposition de matières végétales.

L'interprétation des phénomènes qui précèdent ne laisse prise à aucune difficulté. Elle a pu toutefois apparaître en contradiction avec une autre série de faits de corrosion, qui se manifeste sous forme de piqûres profondes, fréquemment constatées sur certaines tôles de carène. Or, ces piqûres se produisent dans des régions recouvertes d'une couche de rouille, qui empêche précisément l'oxygène de venir au contact du métal. M. Evans, de l'Université de Cambridge, qui a étudié les conditions propres à ce processus, quelque peu différent, a montré comment la surface métallique recouverte par la rouille jouait le rôle d'anode par rapport aux surfaces environnantes.

Un fait a retenu spécialement l'attention des chercheurs : la fréquence sensiblement accrue des cas de corrosion au cours des dernières années. Le mécanisme résultant des théories élémentaires ne suffit pas, par lui-même, à en donner une explication. MM. Montgomerie et Lewis, au cours d'une communication faite en février 1932 à l'*Institution of Engineers and Shipbuilders in Scotland*, ont exposé, sur la plupart de ces questions, un ensemble de vues des plus intéressantes. Ils ont tout d'abord relevé que l'acier doux, qui est le seul métal employé d'une façon courante en construction navale, se couvre d'une couche d'oxyde sous l'action de l'eau de mer ; le métal étant électro-positif par rapport à l'oxyde, les corrosions se produisent partout où le métal est à nu. D'autre part, toute partie de l'acier qui a subi une déformation permanente devient électro-positif par rapport au métal non déformé : c'est ainsi que les corrosions sont plus fréquentes dans les régions ayant subi un matage, ou encore, au tournant des bords tombés, autour des trous poinçonnés, etc...

De même, le métal chaud devenant électro-positif par rapport aux parties froides, on relève des attaques caractéristiques au voisinage des machines et des chaudières.

Mais l'action la plus importante, d'après les mêmes auteurs, serait celle de la calamine. L'acier doux est fortement électro-positif par rapport à cette dernière : les surfaces nues se trouvant au voisinage de celles qui sont encore recouvertes de calamine, sont très rapidement attaquées. Tel serait notamment le cas de la plupart des corrosions relevées sur les tôles de fond des pétroliers. Il conviendrait que la calamine fût préalablement enlevée avec soin, ainsi que sur les tôles de bordé avant la peinture. Or, dans la période récente, les tôles n'ont plus été conservées pendant une période prolongée en stock, avant leur utilisation, ainsi qu'il était d'usage auparavant. Avec l'ancienne pratique, la calamine, tombant peu à peu, avait pratiquement disparu au moment de la peinture. En outre, les températures actuellement usitées pour le laminage tendent à former une couche de calamine plus épaisse qu'avec la pratique antérieure. Ainsi s'expliquerait, tout au moins en partie, l'importance plus considérable des corrosions au cours des récentes années.

Louis Basso.

Génie civil

Les travaux d'irrigation dans la région du Macina. — Sous l'impulsion du « Service des Travaux d'Irrigation du Niger », la mise en valeur du moyen Niger se poursuit activement. En 1929, la plaine du Baguineda, en aval de Bamako, a reçu les eaux du Niger dérivées par le canal de Sotuba ; le delta central nigérien est à son tour en voie d'aménagement. (*Génie Civil*, 17 déc. 1932).

La culture qui doit ramener la prospérité dans cette région du Macina est celle du riz, principalement ; sa période d'irrigation coïncidant avec la crue du Niger, de la mi-juillet à la mi-décembre, et permettant l'emploi de 500.000 ha. La culture du coton et l'élevage bovin et ovin pourront être également envisagés. L'eau du Niger très pure n'engorgera pas les canaux d'irrigation, mais

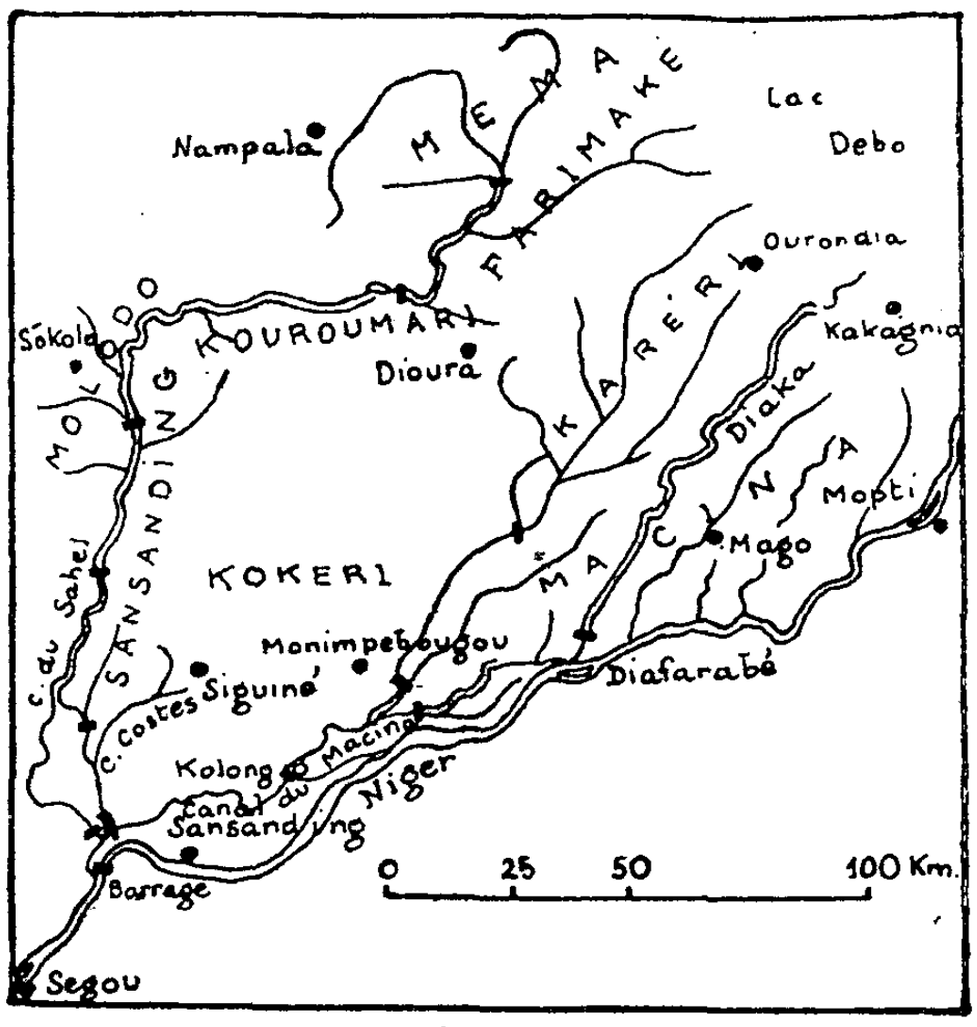


Fig. 1. — Région du Macina.

rendra, par contre, nécessaire l'emploi d'engrais artificiels.

L'administration devra surveiller les terres distribuées aux familles de colons, la population nigérienne ne se prêtant pas au régime du travail salarié dans les grandes exploitations.

Ouvrages projetés. — Le système d'irrigation est desservi par les trois canaux principaux du Sahel, de Costes et du Macina. Ces trois canaux reçoivent l'eau du Niger par un canal adducteur se détachant un peu en amont du barrage de Sansanding (fig. 1). Le rôle de cet ouvrage est de relever de 5 à 6 mètres le niveau du fleuve en période de basses eaux. De 1.085 mètres de longueur, et comportant 15 passes de 55 mètres chacune, le barrage est directement fondé sur sable, près de la rive gauche du Niger, avec un radier assez épais et un rideau de palplanches enfoncé sous ce radier immédiatement en amont

des vannes, jusqu'à l'argile sous-jacente, barrant le passage aux eaux d'infiltration. Les barrages de ce genre construits sur le Nil et l'Indus ont donné pleine satisfaction.

La région à irriguer descend en pente douce vers le Nord, jusqu'au lac Debo, et est sillonnée d'anciens bras du Niger, entre autres le Niger Sahelien à l'ouest et le Diaka, qui présente, en temps de crue, un débit comparable à celui du fleuve. Ces bras serviront de distributeurs au même titre que les canaux artificiels; l'excès des eaux étant, après passage dans les répartiteurs et les rigoles, recueilli dans les zones les plus basses de la périphérie.

Ces travaux seront complétés par des endiguements empêchant les débordements du fleuve et de ses dérivations. Par suite, 550 km. de digue, de 10 mètres de large et d'une cote supérieure d'un mètre à celle de la plus forte crue (année 1925) sont à construire sur la rive gauche du Niger de Segou à Mopti, sur les deux rives du canal adducteur de Sansanding et les deux rives du Diaka.

Le canal adducteur branché à contre-courant sur le Niger afin d'entraîner le minimum de sédiments, ne comportera pas de prises d'eau. C'est à la tête des canaux que le débit sera réglé. Le canal du Sahel fonctionnera d'abord à 135 m³/s, puis à 375 m³/s, et celui de Costes à 24 m³/s. Le canal du Macina, artificiel sur les huit premiers kilomètres, puis empruntant l'ancien bras de Sansanding, longera le fleuve jusqu'à Diafarabé, en re-

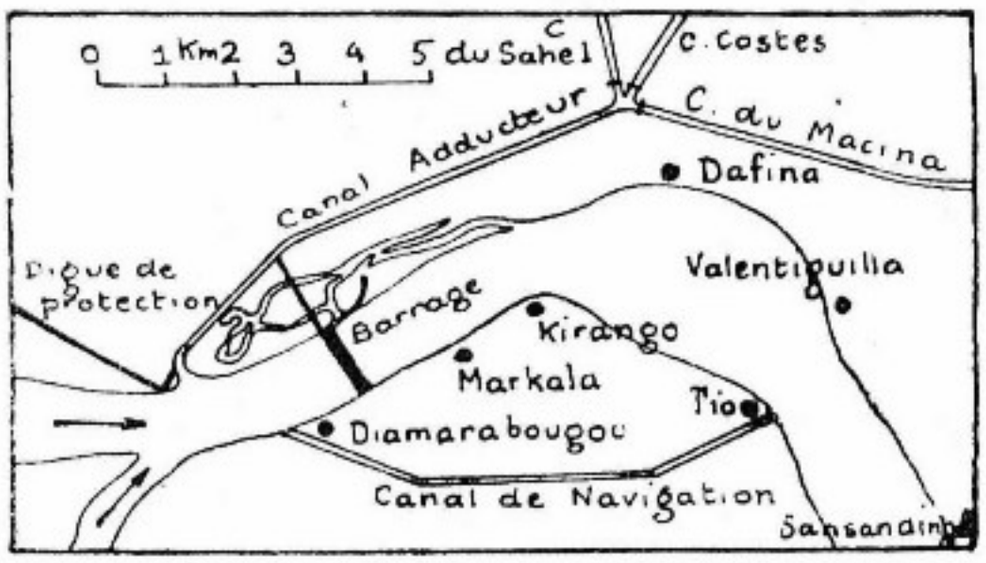


Fig. 2. — Les travaux d'irrigation.

jetant dans le Niger, à Kolongo, son excès d'eau. Il sera ouvert à la navigation, par une écluse de 7 × 50 m., son débit sera de 150 m³/s., puis de 415 m³/s.

Un canal de navigation de 8 km. se détachera du Niger à 1 km. en amont du barrage et rejoindra le fleuve en face de Sansanding, il sera fermé par deux écluses de 10 mètres de largeur.

Il est difficile de fixer la durée des travaux, mais, successivement seront mis en culture les territoires : du Macina (150.000 ha., se prêtant à la culture du riz et l'élevage des bovins), de Sansanding (60.000 ha., coton), du Kouroumari (80.000 ha., coton, ovins), du Mema (130.000 ha., coton, ovins).

A la fin de l'année dernière, le canal adducteur était creusé sur 5.760 mètres et celui du Macina sur 7,2 kilomètres, la digue du Niger était aménagée sur 57,5 kilomètres et celle de la rive nord du Macina sur 4,5 kilomètres, soit : 585.000 m³ de déblais et 1.690.000 m³ de remblais. Dès que le canal adducteur et le canal du Macina fonctionneront, les environs de Sansanding (25.000 à 30.000 ha.) seront irrigués en période de crue.

Bien que l'ensemble des autres travaux demande encore de longues années, dès maintenant, on peut admirer l'effort remarquable des officiers et sous-officiers de l'Office du Niger du centre de Markala. CH. F.

Mines

La bauxite et les abrasifs. — Nous avons précédemment décrit les principaux gisements de bauxite en France et indiqué les généralités touchant cette roche si intéressante. Nous avons vu que si ses principaux débouchés étaient la fabrication de l'aluminium et celle des ciments fondus, elle avait une multitude d'autres usages dont l'industrie des abrasifs n'est pas la moindre.

On donne le nom d'abrasif à toute substance dure, employée au polissage, soit naturelle, soit artificielle.

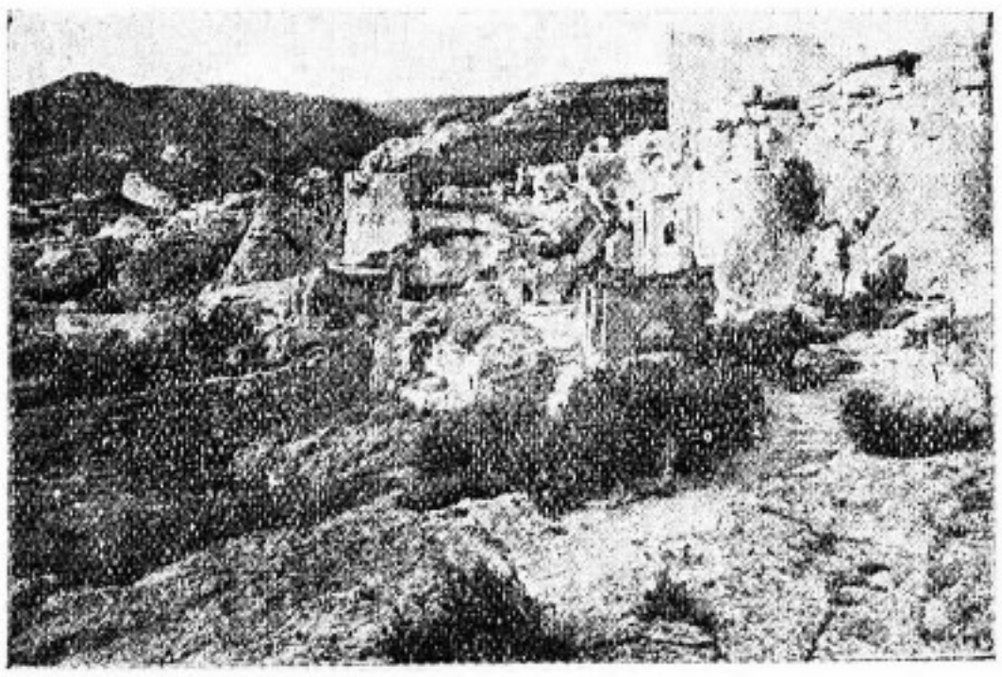


Fig. 1. — Village des Baux (Bouches-du-Rhône) qui a donné son nom à la Bauxite.

Le mot dureté demande une explication; on a tendance à le confondre avec cohésion ou résistance; la plupart du temps cela n'a aucune importance, mais pour la question qui nous occupe, ces trois termes semblables apparemment, comportent de grandes différences. Les définitions exactes de chacun d'eux sont assez malaisées, nous adopterons celles qui suivent : la dureté d'un corps est la force physique qu'il possède contre tout agent qui tend à le rayer ; sa cohésion réside dans la propriété de maintenir unies contre la désagrégation les molécules qui le constituent ; quant à sa résistance, qui peut s'appliquer soit au choc, soit à l'écrasement, elle s'explique d'elle-même.

Pour éviter toute confusion et fixer le plus exactement possible la dureté des corps, on a agi par comparaison et établi divers systèmes parmi lesquels « l'Echelle de dureté de Mohs » a prévalu. Elle comprend dix termes successifs tels que chacun d'eux raye celui qui le précède et soit rayé par celui qui le suit, en voici d'ailleurs la composition :

1. Talc.	6. Orthose.
2. Gypse.	7. Quartz.
3. Calcite.	8. Topaze.
4. Fluorine.	9. Corindon.
5. Apatite.	10. Diamant.

Ainsi la fluorine, par exemple, rayera la calcite, mais sera rayé par l'apatite ; et un corps quelconque qui produira des stries par frottement sur le quartz mais en recevra à son tour par un cristal de topaze aura une dureté de 7,5.

Le seul inconvénient de cette méthode est de ne pas avoir de constance entre les termes. Ainsi la différence de dureté entre 9 et 10, c'est-à-dire entre corindon et dia-

mant est beaucoup plus grande que celle entre 4 et 5, fluorine et apatite. Néanmoins l'échelle de Mosh présente une justesse suffisante pour être universellement employée.

Diverses variétés d'abrasifs. — Suivant que les substances à polir sont plus ou moins dures, suivant leur texture, suivant aussi le but exact poursuivi, l'abrasif sera lui-même plus ou moins dur, et non seulement le choix de sa nature sera important, mais aussi celui de la dimension de son grain.

Les principaux abrasifs naturels sont le diamant, le corindon, l'émeri et le quartz ; ils sont à base de carbone, d'alumine ou de silice et, pour les abrasifs artificiels, on s'est efforcé d'imiter les produits naturels dans leur

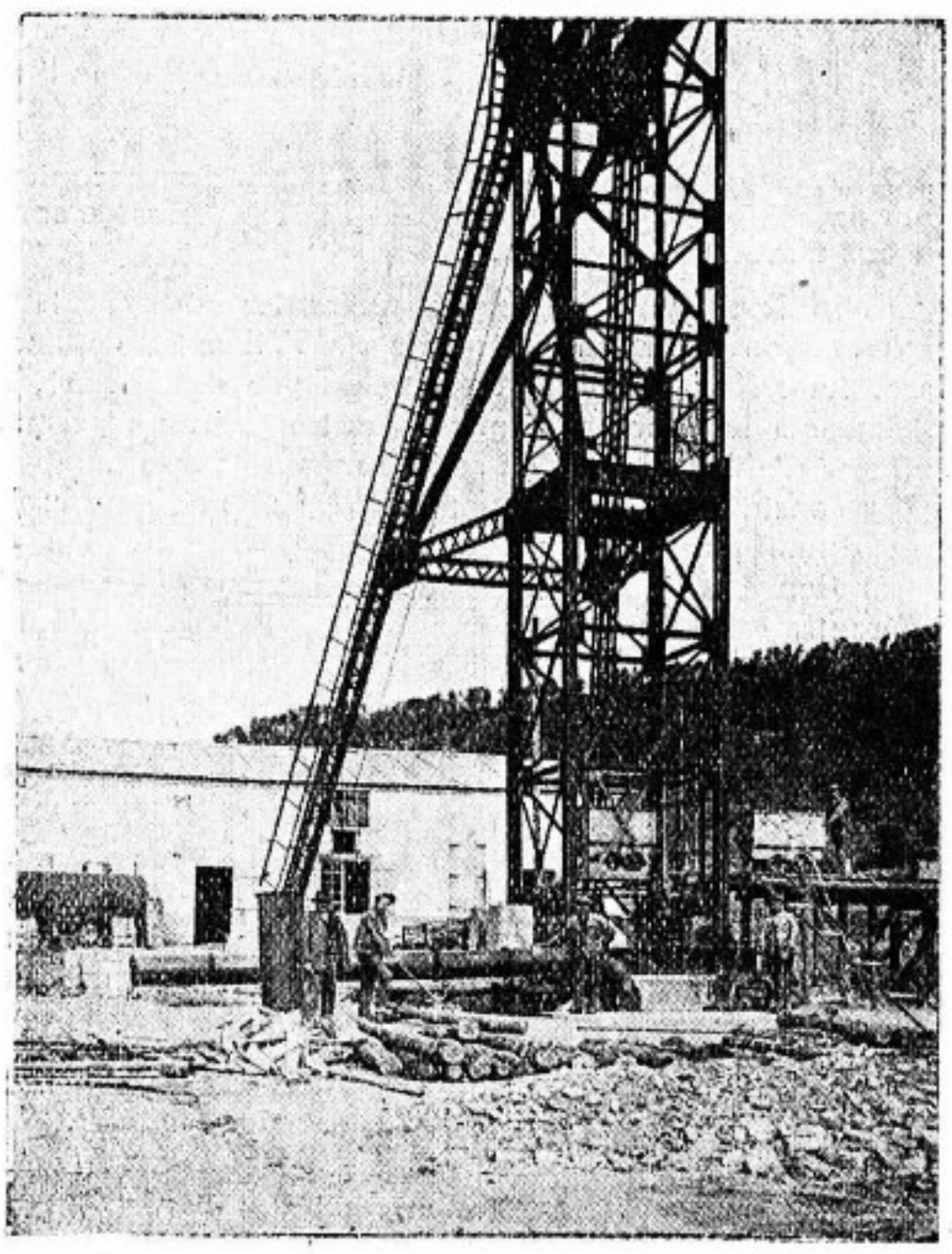


Fig. 2. — Le premier chevalement métallique installé sur un puits à Bauxite : Puits de Vins (Var), 95 m. de profondeur.

plus grande pureté ou de les allier entre eux. De là sont nés les siliciures de carbone, le carborandum (le nom est formé de la réunion de carbone et de corindon), l'alundum et toute une série de composés dont la liste s'allonge chaque jour. Les trois que nous venons de citer sont de beaucoup les principaux ; le seul qui nous intéresse ici, puisque seul il comporte de la bauxite est l'alundum.

L'alundum, suivant sa teneur en alumine, peut se définir corindon artificiel ou émeri artificiel.

Corindon et émeri sont des oxydes d'aluminium qui ne diffèrent que par leur degré de pureté ; tandis que dans le corindon les matières étrangères (oxyde de fer, silice et chaux) ne dépassent pas 2 %, elles peuvent atteindre des proportions beaucoup plus fortes dans l'émeri.

Le corindon pur est incolore ; légèrement souillé de matières étrangères il prend des teintes différentes qui en font une gemme de grande valeur ; seules donc les variétés se rapprochant de l'émeri servent à l'obtention des abrasifs. La substance est alors concassée et blutée à diverses grosseurs : le commerce en compte environ 130.

Les poudres les plus fines servent au rodage et aux polissages délicats ; les grains plus gros servent à faire les toiles ou les papiers émeri dont les usages sont innombrables. Avec les grains de plus grande dimension on fabrique toutes les séries de meules que réclame une foule d'industries.

Alundum. — L'alundum, nous l'avons dit, se rapproche, suivant son pourcentage d'alumine, soit du corindon, soit de l'émeri ; ceci dépend évidemment des teneurs elles-mêmes de la bauxite employée. La préparation est des plus simples et a lieu par calcination à l'arc électrique. Le four se compose d'une cuve en matières réfractaires assez vaste pour que ses parois ne soient que faiblement soumises à la chaleur de l'arc : les deux électrodes de charbon plongent au centre de la bauxite et dès que l'arc jaillit il y a liquéfaction de la masse, d'abord partielle puis presque totale. Lorsqu'on est arrivé au résultat désiré, on abandonne le tout à un refroidissement lent après avoir soulevé les électrodes. La masse ayant cristallisé au bout de trois ou quatre heures, on retire du four un bloc ayant toutes les apparences du quartz, que l'on concasse ensuite après complet refroidissement.

Il ne s'est pas produit autre chose qu'une transformation physique de la bauxite traitée, c'est pour cela que la composition chimique du minerai initial est de la plus grande importante. Cette transformation demande une grosse dépense de courant électrique : en pratique on considère nécessaire une puissance de 100 chevaux pour le traitement de 1.000 kilos de bauxite par jour. Aussi les fabriques françaises d'alundum, Mercus (Ariège), Rumilly (Haute-Savoie), sont-elles situées en pays montagneux bien pourvus en chutes hydrauliques.

On avait cru, à un certain moment, arriver aux mêmes résultats par un procédé encore plus simple et surtout plus économique : on opérait par fusion dans un four à fort tirage, sur des couches alternatives de bauxite, de charbon et d'un fondant. Mais outre que le produit final n'avait pas toute l'homogénéité désirable, il contenait des impuretés supplémentaires à celle de la bauxite. Il n'y a donc eu aucune application industrielle.

Bauxites. — Il va s'en dire que toutes les bauxites ne peuvent convenir à l'obtention de l'alundum. Nous savons déjà que toutes les variétés existent depuis celles de couleur rouge et à teneur en fer élevée jusqu'à celles complètement blanches, ultra-riches en alumine. En principe on recherche, et cela se conçoit aisément, les minerais les plus chargés en alumine sans cependant demander les raretés et tout en restant aussi à des prix de revient normaux. On limite cependant la teneur en alumine à 60 % au minimum, et pour des raisons particulières à la fabrication, on cherche pour les impuretés, à se rapprocher d'une teneur pour l'oxyde de fer double de celle de la silice. On arrive ainsi aux chiffres suivants :

Alumine : 60 % minimum.
Oxyde de fer : 15 % maximum.
Silice : 7 % maximum.

C'est d'ailleurs le type de la bauxite grise, dite aussi « bauxite à abrasif ».

Elle existe dans de nombreux gisements mais souvent simplement à l'état de lentilles sans consistance ; elle prend une importance réellement industrielle à Mazangues

et à Vins, dans le Var, dans quelques localités ariégeoises et aussi dans la région des Baux. Les usines françaises doivent en absorber environ 6.000 tonnes annuelles et une quantité beaucoup plus importante est exportée.

V. C.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 janvier 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. M. Brillouin.* — **Domaines plans à connexion multiple. Choix de coordonnées de références. Coordonnées électrostatiques.**

— *C.-E. Winn* (prés. par M Hadamard). — **Sur la relation entre une suite donnée et une autre suite dérivée avec le même intervalle d'oscillation.**

— *S. Stoilow* (prés. par M. Hadamard). — **Remarques sur quelques théorèmes topologiques de la théorie des fonctions.**

— *A. Tsortsis* (prés. par M. E. Cartan). **Sur l'intégration d'une classe d'équations aux dérivées partielles du troisième ordre à une fonction inconnue de *n* variables indépendantes.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *E. Ostenc* (prés. par M. E. Borel). — **Sur les zéros des matrices stochastiques**

TOPOLOGIE. — *C. Ehresmann* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur la topologie de certaines variétés algébriques.**

ACOUSTIQUE. — *Y. Rocard* (prés. par M. H. Villat). —

MAGNÉTISME. — *R. Mercier* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le paramagnétisme de l'ion de cobalt dissous.**

Les mesures du coefficient d'aimantation de l'ion de cobalt ($CoCl^2$, 6 H^2O) en solution très diluée, dans l'alcool méthylique pur, ont été effectuées en fonction de la température : les dilutions s'étendaient entre 20/1000e et 1/1000e normal. Les susceptibilités ont été obtenues par la méthode magnétomécanique. Dans les conditions de l'expérience, le moment magnétique de l'ion cobalt calculé par la loi de Langevin (point de Curie=0°K) varie entre 23,9 magnétons de Weiss (293°K) et 18,1 magnétons (177°K).

SPECTROSCOPIE. — *I.-I. Agarbiceanu* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'excitation monochromatique de la fluorescence.**

FLUORESCENCE. — *E. Kalinowska* (transm. par M. M. de Broglie). — **Sur la fluorescence à raies de la vapeur de cadmium.**

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *P. Auger* (prés. par M. J. Perrin) — **Sur la diffusion des neutrons. Chocs non élastiques sur les noyaux.**

L'auteur interprète ainsi les résultats qu'il expose dans un tableau : les trajectoires courtes proviennent de neutrons lents résultant de la diffusion des neutrons rapides dans la matière, diffusion qui s'accompagne de la perte de la plus grande partie (90 p. 100) de leur énergie cinétique. Les chocs entre neutrons et noyaux seraient donc fréquemment des chocs non élastiques laissant le noyau dans un état excité. De cet état, le retour à la normale pourrait se faire par émission de rayons γ ou bien il pourrait conduire à une désintégration avec émission de rayons corpusculaires analogue à celles observées par Feather dans les gaz.

PHOTOCHIMIE. — *A. Charriou* (prés. par M. H. Le Chatelier). **Influence des iodures alcalins sur l'aptitude des émulsions photographiques à la solarisation.**

Les expériences de l'auteur montrent que les chlorures alcalins n'ont aucune action sur la solarisation, alors que les iodures possèdent une remarquable influence; elles démontrent également l'existence d'une liaison entre la grosseur des grains de bromure d'argent et leur sensibilité à la solarisation.

CHIMIE PHYSIQUE. — *W. Broniewski* et *S. Jaslan* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **L'influence de l'oxygène sur les propriétés du cuivre.**

L'ensemble des faits constatés permettent de conclure à la présence d'une solution solide limite voisine de 0,8 pour 100 de Cu^2O, particulièrement manifestée par les courbes de la variation du pouvoir thermo-électrique (p. q.), la limite élastique (Q), la striction (φ) et l'allongement dû à la striction (*b*).

— *O. Hun* (prés. par M. G. Urbain). — **Étude cryoscopique du paraldéhyde, de l'éther et de l'acétone dans les solutions d'acétate de sodium.**

Les milieux étudiés semblent présenter une constante cryoscopique déterminée vis-à-vis de l'éther et de l'acétone. La faible solubilité du paraldéhyde d'une part, sa tendance à la dépolymérisation d'autre part, ne permettent pas d'affirmer qu'il en soit de même pour lui.

Les constantes obtenues pour l'éther et l'acétone croissent d'une manière analogue avec la concentration de la solution d'acétate, mais les valeurs trouvées sont assez différentes quand on passe de l'éther à l'acétone. L'étude de ces deux corps ne suffit pas pour déterminer avec sécurité la constante caractéristique du milieu.

— *A. Juliard* (transm. par M. G. Urbain). — **L'action retardatrice du verre sur la réaction de Landolt.**

Ces recherches montrent que la réaction de Landolt est catalysée par les ions I—, et que le phénomène de Liebreich est dû à l'élimination de ces ions par le verre agissant comme adsorbant et jouant ainsi le rôle de catalyseur négatif.

— *P. Job* (prés. par M. G. Urbain) — **Sur la constitution des solutions chlorhydriques de sels de cobalt.**

Les solutions chlorhydriques de sulfate de cobalt sont constituées à la température ordinaire par un mélange d'ion cobalteux et de deux complexes chlorés dont les formules paraissent être, indépendamment de l'eau qu'ils peuvent contenir : $[CoCl]^+$ et $[CoCl^3]^-$.

COLLOÏDES. — *P. Bary* (prés. par M G. Urbain). — **Sur les causes de la thixotropie de certains sols.**

CHIMIE ORGANIQUE. — *G. Darzens* et *A. Levy* (prés. par M. A. Desgrez). — **Nouvelle méthode de synthèse d'aldéhydes aliphatiques α. α-diméthylées de poids moléculaire élevé.**

PHYSIQUE DU GLOBE. *D. Stenquist* (prés. par M. H. Deslandres). — **Relation entre les variations diurnes du courant tellurique et du champ magnétique terrestre.**

MÉTÉOROLOGIE. — *Ph. Flajolet* (prés. par M. Ch. Fabry). **Sur la transparence de l'atmosphère dans la région lyonnaise: la visibilité des Alpes.**

La visibilité des Alpes varie d'une manière assez irrégulière d'une année à l'autre, mais il est impossible de conclure, soit à un éclaircissement soit à un obscurcissement progressif de l'atmosphère de la région. Au surplus, la visibilité ne paraît guère susceptible d'être influencée par l'abondance plus ou moins grande des fumées. Le

plus souvent, les Alpes sont visibles de Lyon lorsque le vent du Sud balaie la vallée du Rhône et nettoie l'atmosphère en entraînant poussières et fumées.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *J. de Lapparent* (prés. par M. Cayeux). — **Extension des bauxites à diaspore.**

Le diaspore existe en quantité variable dans les bauxites; on le rencontre principalement dans les bauxites du Pays de Fenouillet (Pyrénées-Orientales), de Catalogne, des Hellénides. Le diaspore correspond au dernier stade de la diagénèse des matériaux qui ont donné naissance aux bauxites; il s'est formé lors de l'enfouissement le plus profond des bauxites et, de préférence à la boehmite, quand la température s'est élevée.

GÉOLOGIE. — *M^me E. Jérémine.* — **Observations sur le Dévonien du nord des Vosges**

— *G. Dubois* (prés. par M. Barrois). — **Sur la division stratigraphique du complexe schisteux-grauwackeux des Vosges.**

Sans préjuger de l'extension du Tournaisien, il est établi que, avec ou sans Dévonien moyen, le Viséen (surtout le Viséen inférieur) tient une place stratigraphique importante dans toutes les Vosges. Dans l'état de nos connaissances, l'histoire sédimentaire du culm vosgien semble se terminer sensiblement vers le Viséen moyen

— *M^lle S. Gillet* (prés. par M. Jacob). — **Essai de classification du Miocène supérieur et du Pliocène inférieur de Roumanie. Le bassin dacique.**

— *P. Fallot* (prés. par M. Jacob). — **Observations géologiques dans le massif du Djebel Kelti (Maroc espagnol).**

— *J. Ripelin* (prés. par M. Jacob). — **Observations au sujet de la tectonique de la partie occidentale de la Nerthe.**

— *R. Ciry* (prés. par M. Jacob). — **Sur le passage latéral du Crétacé à facies dit wealdien de la province de Burgos au Crétacé inférieur marin des provinces cantabriques.**

La région de la haute vallée du Rio Trueba et des massifs du Castro de Valuera, et de la Engâna montre une série mixte qui comporte : à sa base des grès à faciès wealdien, puis des calcaires argoniens accompagnés de niveaux à Orbitolines; enfin, à sa partie supérieure, de nouveaux grès à faciès wealdien, surmontés eux-mêmes de Cénomanien à grandes Orbitolines. Vers l'Ouest, toute la série prend, jusqu'au Cénomanien exclu, le faciès wealdien. Vers l'Est, au contraire, le caractère marin s'accentuant, le faciès wealdien ne subsiste plus que sous les dépôts argoniens, tandis qu'au-dessus s'introduisent progressivement de marnes noires, albiennes (?), qui passent à celles de Bilbao.

— *D. Schneegans* (prés. par M. Jacob). — **Sur la présence du Jurassique moyen (Dogger) dans la Nappe de l'Ubaye au Nord de la vallée de Barcelonnette (Alpes françaises).**

— *M. Thoral* (prés. par M. Jacob). — **Existence du Géorgien dans les monts de Lacaune.**

Les calcaires dolomitiques de l'Acadien inférieur qui constituent l'ossature des Monts de Lacaune renferment une faune comparable à celle bien connue des calcaires à *Archæocyathus* de Sardaigne. Ils reposent en concordance sur des arkoses ferrugineuses à Olenopsis d'âge géorgien. Il y a identité complète du faciès des dépôts cambriens sur les deux versants de la Montagne Noire.

BOTANIQUE. — *M^lle M. Fourcroy* (prés. par M. Molliard). — **Action indirecte des traumatismes sur l'évolution de l'appareil conducteur.**

On pique transversalement et de façon relativement peu profonde, avec une fine aiguille, le sommet végétatif de racines de *Faba vulgaria* et de *Lupinus albus*. Les groupes vasculaires non directement atteints présentent des modifications de leur évolution. Il y a donc une action à distance provoquée par le traumatisme; elle est inhibitrice pour la différenciation des éléments destinés à former les premiers vaisseaux; elle accélère l'apparition des éléments des phases ultérieures.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *J. Monod* (prés. par M. Caullery). — **Mise en évidence du gradient axial chez les Infusoires ciliés par photolyse à l'aide des rayons ultra-violets.**

Divers Infusoires sont soumis à l'action cytolysante des rayons ultra-violets. Avec quelques différences dans la sensibilité, plus ou moins grande, et dans le détail des phénomènes, on observe que la cytolyse progresse suivant un axe qui va d'un pôle à l'autre. Cette cytolyse différentielle progressive est identique à celle que Child a obtenue sous l'influence de poisons chimiques. Elle constitue le « gradient axial », qui traduit une différenciation physiologique profonde. A ces expériences, on ne peut reprocher la cause d'erreur que constitueraient des différences de perméabilité de la surface externe en ses divers points.

BIOLOGIE MATHÉMATIQUE. — *V.-A. Kostitzin* (prés. par M. Hadamard). — **Sur quelques phénomènes quasi-périodiques dans les bassins fermés.**

Application du calcul mathémathique à la décomposition des restes organiques sous l'influence d'organismes vivants, provoquant une intoxication par l'acide sulfhydrique. On peut ainsi concevoir dans les phénomènes une quasi-périodicité intermittente, ayant comme résultat des séries de sédiments hétérogènes séparés par des couches plus ou moins homogènes.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *F. Vlès* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur les corrélations entre l'évolution des poids des nourrissons et les propriétés électriques manifestées à leur niveau.**

Dans les expériences qui ont consisté à suivre les variations de poids de nourrissons en fonction de leur connexion au sol ou de leur isolement par rapport à celui-ci, on a étudié les différences de potentiel réalisées entre les enfants et le sol, ou entre les enfants et le galon métallique entourant leur cheville. On a comparé la dérivée des poids des enfants, la courbe de déperdition et la courbe des forces électromotrices mesurées sur les chaînes. On est amené à admettre une liaison entre les poussées de poids des nourrissons et les facteurs électriques.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *M^me Y. Khouvine et G. Nitzberg* (prés par M. Bertrand). — **Identification et oxydation biochimique de l'α-glucoheptulite.**

La réduction de l'α glucoheptulose donne l'α glucoheptite et, au lieu de la β glucoheptite prévue par la théorie, un nouvel alcool : l'α glucoheptulite.

L'individualité de ce composé est certaine. L'oxydation biochimique par la Bactérie du sorbose est insuffisante pour permettre d'établir sa formule de constitution; elle permet cependant d'affirmer que la formule admise pour la β glucoheptite ne convient pas à l'α glucoheptulite.

— *R. Wolff* et *M^lle Lafrançaise* (prés. par M. Desgrez). —

Action de l'extrait pancréatique sur le glycocolle en milieu glycériné.

Dans une solution glycérinée de glycocolle, on constate, sous l'influence d'un extrait pancréatique riche en lipase, une diminution légère du nombre des groupements CO^2H. En présence d'alcool éthylique, la diminution est beaucoup plus importante. Ce dernier résultat renforce l'hypothèse d'une synthèse biochimique des éthers-sels des acides aminés par la lipase pancréatique.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *J. Lignières* (prés. par M. Leclainche). — **Sur la durée de l'immunité après la vaccination contre la fièvre aphteuse.**

La vaccination, par la méthode employée, ne provoque pas la formation d'aphtes ni même, le plus souvent, de réaction apparente. Les expériences faites par inoculation de virus à des cobayes vaccinés a montré que l'immunité se manifeste encore neuf mois après la vaccination.

M. Mascré.

NOUVELLES

Expédition antarctique. — Une expédition antarctique est organisée pour 1934 par l'amiral Byrd. Nous en donnerons le détail dans le prochain numéro (11 mars).

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. W. Heitler, docteur ès sciences, Privatdozent à l'Université de Göttingen fait cinq conférences, sur : « *La Théorie quantique des forces de valence* », aux dates suivantes, 10 mars, à 10 h. 30, 11 et 15 mars à 15 h., 17 mars à 10 h. 30, 18 mars à 15 h.

Ces Conférences auront lieu à l'Institut Poincaré, 11, rue Pierre-Curie, Amphithéâtre Darboux.

Année scolaire 1932-1933 (*Second semestre*). — Les Cours, Conférences et Travaux pratiques du 2e semestre se sont ouverts le 1er mars 1933, suivant le programme ci-dessous :

Analyse supérieure et algèbre supérieure. — M. Goursat, Professeur, traitera les mercredis et samedis, à 10 h. 1/4, des séries hypergéométriques à une ou plusieurs variables et de quelques fonctions qui s'y rattachent (Première leçon, le 1er mars). Institut H. Poincaré, Amphithéâtre Darboux.

Calcul différentiel et calcul intégral. — M. Julia, Professeur, exposera, en vue des recherches et non du certificat, quelques questions concernant les fonctions rationnelles, à cercle fondamental (classification, itération, équations fonctionnelles, séries d'itérées, etc.), le lundi, à 10 h. 1/2 (Institut H. Poincaré, Amphithéâtre Darboux).

M. René Garnier, Professeur, exposera la théorie des équations différentielles et celle des équations aux dérivées partielles, le lundi, à 9 heures et le mardi, à 14 h. 1/2 (Institut H. Poincaré, Amphithéâtre Hermite). Après l'achèvement du Cours, les séances seront consacrées à des conférences préparatoires au Certificat.

M. René Garnier, Professeur, exposera en vue du Certificat diverses théories préliminaires d'Algèbre et de Géométrie, le lundi, à 10 h. 1/2 (Institut H. Poincaré, Amphithéâtre Hermite).

Mécanique analytique et mécanique céleste. — M. Drach, Professeur, étudiera, les mardis et vendredis, à 15 h. 1/4, les petites déformations, les mouvements vibratoires et la propagation des ondes dans les solides élastiques.

Mécanique rationnelle. — M. Jean Chazy, Chargé du Cours, traitera les mardis et vendredis, à 9 heures, de la Dynamique des systèmes et de la Mécanique analytique. (Institut H. Poincaré. Amphithéâtre Hermite).

M. René Garnier, Professeur, fera des conférences de Mécanique rationnelle, le lundi, à 15 h. 3/4 (Institut H. Poincaré, Amphithéâtre Hermite).

M. E. Cahen, Chargé de Conférences, fera des conférences de Mécanique rationnelle, le samedi, à 9 heures (Institut H. Poincaré. Amphithéâtre Hermite).

Théorie des fonctions et théorie des transformations. — M. Vessiot, Professeur, Directeur de l'Ecole Normale Supérieure; M. Montel, Professeur, traitera des fonctions harmoniques et des fonctions sous-harmoniques, le mardi à 10 h. 1/2 (Institut H. Poincaré, Amphithéâtre Darboux).

Mathématiques générales préparatoires aux sciences physiques. — M. Arnaud Denjoy, Professeur; M. Valiron, Chargé du Cours, exposera les lundis et mardis, à 17 h. 1/2, la seconde partie du Cours de Mathématiques générales, 11, rue Pierre-Curie.

M. Le Roy, Chargé de Conférences, fera des conférences de Mécanique, les mercredis, à 17 h. 1/2, 11, rue Pierre-Curie.

MM. E. Cahen et Michel, Chargés de Conférences, dirigeront les travaux pratiques les jeudis, à 17 h. 1/2. Amphithéâtre Cauchy.

Mécanique des fluides. — M. Henri Villat, Professeur, Directeur de l'Institut de Mécanique, traitera « des recherches récentes sur la théorie des sillages à deux ou à trois dimensions dans les fluides incompressibles ou compressibles », les jeudis, à 9 h. 1/2 et les vendredis, à 10 h. 1/2 (Amphithéâtre Le Verrier).

M. Joseph Peres, Professeur, continuera l'exposé des théories générales de l'Hydro- et de l'Aérodynamique, le mercredi, à 15 h. 1/2, et le vendredi, à 15 h. 1/2 (Amphithéâtre Le Verrier).

M. A. Foch, Professeur, continuera l'exposé de la mécanique expérimentale des Fluides et en fera l'application aux turbo-machines hydrauliques, le lundi et le mardi, à 9 heures (Salle de Conférences de Physique).

M. Toussaint, Professeur, traitera des ailes sustentatrices, les mercredis, à 17 h. 1/2 (Amphithéâtre de Géologie).

Mécanique physique et expérimentale. — M. Beghin, Professeur, traitera des principes généraux de la Mécanique appliquée, de la Dynamique des Machines et de la Résistance des matériaux, les lundis et mercredis, à 17 heures (96, boulevard Raspail).

M. Villey, Professeur : le lundi, à 8 h. 1/2, Machines thermiques ; le jeudi, à 8 h. 1/2, Conférences et Applications. Les travaux pratiques auront lieu le lundi et le jeudi, de 9 h. 1/2 à 12 heures.

Physique. — M. Cotton, Professeur, traitera de l'Optique physique, les mardis et vendredis, à 10 h. 3/4 (Amphithéâtre de Physique).

M. Darmois, Professeur, continuera les mercredis et vendredis, à 14 heures, le cours d'électricité (Electromagnétisme).

M. A. Guillet, Professeur, traitera de « La mécanique vibratoire », les lundis, à 14 h. 1/4 et les jeudis, à 14 h. 1/2 ; il fera, en outre, des exercices et des interro-

gations en correspondance avec les cours préparatoires au Certificat.

M. Decombe, Maître de Conférences adjoint, Sous-Directeur du Laboratoire d'Enseignement, dirigera les Manipulations de Physique qui auront lieu, au Laboratoire d'Enseignement, tous les jours, de 8 h. 1/2 à 11h. 1/2 et de plus le jeudi et le vendredi de 15 à 18 heures.

Physique théorique et physique céleste. — M. Bruhat, Professeur, traitera de la Physique solaire, les mercredis, à 15 h. 1/4, et les lundis, à 10 h. 3/4 (Amphithéâtre de Physique).

Electrotechnique générale. — M. Paul Janet, Professeur, traitera des courants alternatifs et de leurs applications industrielles, les mardis et jeudis, à 9 h. 3/4, à l'Ecole Supérieure d'Electricité, 8 à 14, avenue Pierre-Larousse (Malakoff). Les presonnes désireuses de suivre ce cours devront être régulièrement immatriculées à la Faculté des Sciences. Les travaux pratiques auront lieu dans les Laboratoires de l'Ecole supérieure d'Electricité.

Optique appliquée. — M. Ch. Fabry, Professeur, fera dix leçons sur la photométrie, les jeudis, à 10 h. 3/4, à l'Institut d'Optique, 3, boulevard Pasteur.

M. Dunoyer, Professeur, fera des conférences sur les Instruments d'optique, les lundis et jeudis, à 9 h. 1/4, 3, boulevard Pasteur (Institut d'Optique).

M. Henri Chrétien, Professeur, traitera du Calcul des combinaisons optiques, les mardis et vendredis, à 9 h. 1/4. Les travaux pratiques auront lieu le lundi, le mardi et le jeudi, à 14 heures, 3, boulevard Pasteur.

Physique du globe. — M. Labrouste, Professeur, traitera les sujets suivants : Propriétés générales de l'atmosphère, Surfaces de discontinuité (Compléments de Météorologie), Phénomènes optiques, les vendredis, à 16 heures, à l'Institut de Géographie, 191, rue Saint-Jacques, Amphithéâtre B. — Climatologie, les mercredis, à 16 heures, à l'Institut de Géographie, 191, rue Saint-Jacques, Amphithéâtre B.

M. Salles, Physicien adjoint, fera des séances de Travaux pratiques, les jeudis, de 9 heures à 12 heures (191, rue Saint-Jacques).

Aviation. — M. Marchis, Professeur, continuera les cours préparatoires au Certificat de Technique aéronautique, les mardis et jeudis, à 17 h. 1/2.

M. Toussaint, Professeur, continuera les conférences préparatoires aux Certificats de Technique aéronautique et de Mécanique des Fluides, les mercredis et vendredis, à 17 h. 30. Il dirigera les Travaux pratiques à l'Institut aérotechnique de Saint-Cyr, à des jours qui seront fixés ultérieurement.

Chimie. — M. Urbain, Professeur, traitera, les mardis, à 11 heures (Amphithéâtre de Chimie) : Théories atomiques.

M. P. Pascal, Professeur, étudiera, les lundis, à 9 heures et les jeudis, à 9 heures, les Acides minéraux (Amphithéâtre de Chimie).

M. Marcel Guichard, Professeur, traitera, à 10 h. 1/2, les mercredis et vendredis : Analyse et mesures chimiques.

M. Blaise, Professeur, Mme Ramart-Lucas, Professeur, traitrera de la série cyclique, les lundis, à 10 h. 1/2 et les samedis, à 9 heures.

M. Job, Professeur, traitera, les jeudis et samedis, à 10 h. 1/2 : Chimie des Métaux (Amphithéâtre de Chimie).

M. Marquis, Maître de Conférences adjoint Chargé de Conférences, fera des conférences de Chimie organique, le mardi, à 9 heures et le vendredi, à 9 heures : Composés des séries hétérocycliques (Amphithéâtre Pierre-Curie).

M. Boulanger, Chef de Travaux, dirigera les Manipulations de Chimie générale (11, rue Pierre-Curie). les lundis et mardis, de 13 h. 1/2 à 18 h. 1/2.

Physique générale et radioactivité. — Mme Curie, Professeur; Mme Joliot-Curie, Chef de travaux, dirigera les travaux pratiques, les lundis et mercredis, à 14 h. 1/2.

Chimie physique. — M. Jean Perrin, Professeur, dirigera des conférences et discussions sur les travaux de recherches en cours d'exécution au Laboratoire, les lundis, à 17 heures (réservées aux travailleurs du Laboratoire).

M. Debierne, Professeur, fera des Conférences sur les propriétés des Electrolytes, les jeudis, à 14 heures.

M. Mouton, Professeur (Fondation de l'Institut Pasteur), fera des Conférences les lundis, à 17 h. 1/2, sur les substances à l'état colloïdal (sols et gels), en particulier sur les substances ayant une importance biologique.

Chimie biologique. — M. Javillier, Professeur, fera des Conférences (Fondation de l'Institut Pasteur) sur la composition et le fonctionnement chimique des organismes, les lundis, mardis et vendredis, à 17 h. 1/2.

Travaux pratiques, sous la direction de M. G. Bertrand, Professeur, les mercredis et samedis, de 14 heures à 17 h. 1/2.

Chimie appliquée. — M. Boulanger, Chef de Travaux, dirigera des Manipulations, les mercredis, de 9 heures à 12 heures, et de 14 heures à 17 heures, au Laboratoire d'Enseignement pratique de Chimie.

Minéralogie. — M. Wallerant, Professeur, traitera des propriétés optiques, polymorphisme et isomorphisme des cristaux, les lundis et jeudis, à 10 h. 3/4 (Amphithéâtre de Minéralogie).

M. Mauguin, Professeur, continuera les mercredis et samedis, à 8 h. 3/4, la description des Espèces minérales. Les travaux pratiques auront lieu les mercredis et samedis, de 9 h. 3/4 à 12 heures, au Laboratoires de Minéralogie.

Anatomie et histologie comparée. — M. Wintrebert, Professeur, traitera de la morphogénèse comparée et expérimentale des Vertébrés, les mardis et jeudis, à 16 heures.

M. Parat, Chef de Travaux, dirigera les travaux pratiques préparant au Certificat de Zoologie, les jeudis, de 8 h. 1/2 à 12 heures (1re série) et les vendredis, de 14 h. à 17 h. 1/2 (2e série).

Zoologie. — M. Prenant, Professeur, continuera ses conférences sur les Mollusques, à l'Amphithéâtre Milne-Edwards, les lundis, à 9 h. 1/2, et les vendredis à 9 h.

Biologie expérimentale. — M. Et. Rabaud, Professeur, étudiera, en vue de la préparation au Certificat de Biologie générale, les mercredis et jeudis, à 14 h. 1/2 (Amphithéâtre de Géologie) (Première leçon le 1er mars) : les Eléments de zoologie biologique (Phénomènes de reproduction, incubation, larves et embryons). Les travaux pratiques continueront au Laboratoire de Biologie expérimentale les samedis à 14 heures.

Physiologie végétale. — M. Molliard, Professeur, (Préparation aux Certificats de Physiologie générale et de Botanique), traitera de l'influence de la lumière sur les végétaux, les jeudis et samedis, à 10 h. 1/2 (Première leçon : le 2 mars) (Amphithéâtre Cauchy).

Physiologie générale. — M. Lapicque, Professeur; M. Laugier, Professeur, fera des conférences préparatoires au Certificat, les mardis, à 17 h. 1/4 et les samedis, à 15 h. 1/2 (Amphithéâtre de Physiologie).

Les Travaux pratiques en vue du Certificat, auront lieu les mercredis, à 8 h. 1/2, les jeudis, à 13 h. 1/2 et les vendredis, à 13 h. 1/2.

Physiologie comparée. — M. Portier, Professeur, étudiera : Les Phénomènes de Nutrition envisagés dans la série animale, les mercredis et vendredis, à 17 heures (Première leçon : le 3 mars) (Amphithéâtre de Physiologie).

Evolution des êtres organisés. — M. F. Picard, Professeur, traitera : « De la Reproduction asexuée » les lundis et mardis, à 17 heures.

M. Robert Weill, Chef de Travaux, dirigera les Travaux pratiques du Certificat de Biologie générale les lundis (1re série) et mardis (2e série), de 13 h. 1/2 à 17 heures, 105, boulevard Raspail.

Botanique. — M. Combes, Professeur, (Fondation du Ministère des Colonies), traitera des Plantes appartenant au groupe des Monocotylédones, et en particulier des espèces coloniales, les lundis, à 17 heures, et les vendredis, à 10 h. 1/2.

M. H. Coupin, Maître de Conférences adjoint, dirigera des Manipulations, les lundis, jeudis et samedis, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2.

Géologie. — M. Charles Jacob, Professeur, continuera son cours sur les terrains tertiaires et quaternaires, les vendredis, à 14 h. 1/4 et samedis, à 17 heures (Amphithéâtre de Géologie).

M. Jolcaud, Professeur, fera des Conférences de Paléontologie (Vertébrés), suivies de leçons spéciales sur les singes fossiles, les mercredis et jeudis, à 11 heures (Amphithéâtre de Géologie).

M. A. Michel-Lévy, Professeur, fera des Conférences de Pétrographie, les lundis et mardis, à 11 heures (Amphithéâtre de Géologie).

M. A. Lanquine, Maître de Conférences, fera les lundis et vendredis, à 9 heures (Amphithéâtre de Géologie), des leçons de Géologie (Introduction aux diverses disciplines de la Géologie et Préparation au Certificat d'études supérieures S. P. C. N.).

M. Casteras, Chargé des fonctions de Chef des Travaux, dirigera les Travaux pratiques préparatoires au Certificat de Géologie, les mardis, mercredis et jeudis, de 9 heures à 11 heures.

Géologie structurale et géologie appliquée. — M. Léon Bertrand, Professeur, dirigera, à une date qui sera indiquée ultérieurement, une excursion géologique d'une semaine environ dans une région française présentant des exemples de divers types structuraux.

M. Barrabé, Maître de Conférences, traitera : les vendredis, à 17 h. 1/2, de la structure géologique des grandes régions du globe et les mercredis, à 17 h. 1/2, des combustibles minéraux, des gîtes de diamant, de graphite, etc. (191, rue Saint-Jacques).

M. Roubault, Chargé des fonctions de Chef de Travaux, dirigera les mardis, de 14 à 17 heures et les samedis, de 9 heures à 12 heures, les exercices pratiques préparatoires au Certificat de Géologie structurale et appliquée (191, rue Saint-Jacques).

Géographie physique et géologie dynamique. — M. Léon Lutaud, Professeur, fera des Conférences complémentaires sur le programme du Certificat de Géographie physique, les jeudis, à 14 h. 1/2 (Laboratoire de Géographie physique). Il dirigera, en outre, des excursions dans la région parisienne.

M. Labrouste, Professeur, traitera les sujets suivants : Climatologie générale. Etude détaillée de la Climatologie de la France et des Colonies, les mercredis, à 16 heures, à l'Institut de Géographie, 191, rue Saint-Jacques, Amphithéâtre B.

M. Jacques Bourcart, Maître de Conférences, dirigera les travaux pratiques de Géographie physique, les lundis, mercredis et samedis, de 14 h. 1/2 à 16 h. 1/2.

Enseignement préparatoire au certificat d'études physiques, chimiques et naturelles.

Physique. — 1re Section. — M. Pauthenier, Professeur, traitera les lundis et mardis, à 9 h. 1/4 : Electricité, Optique, Radiations.

2e Section. — M. A. Dufour, Professeur, traitera les jeudis et samedis, à 9 heures : Electromagnétisme, Acoustique, Optique, Radiations.

Conférences de S. P. C. N., les lundis à 16 h. 45.

3e Section. — M. M. Curie, Professeur, traitera les mardis et vendredis, à 14 heures, de l'Optique, des ondes et rayonnements.

M. Chéneveau, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Physique :

1re Section : les mardis et samedis, de 13 h. 3/4 à 16 h. 3/4 ;

2e Section : les lundis et vendredis, de 13 h. 3/4 à 16 h. 3/4 ;

3e Section : les vendredis et samedis, de 8 h. 3/4 à 11 h. 3/4.

Chimie. — 1re Section. — M. Freundler, Professeur, traitera les jeudis et samedis, à 9 heures, des Fonctions organiques et des composés biologiques les plus simples.

2e Section. — M. Péchard, Professeur, traitera les lundis à 10 h. 1/2, Métaux, Chimie organique.

3e Section. — M. Hackspill, Professeur, traitera les Métaux et la Chimie organique, les lundis à 16 h. 1/2 et les jeudis à 15 h. 1/4. Il fera les Conférences de S. P. C. N. et M. P. C., les mardis à 16 h. 3/4.

M. Gain, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Chimie :

1re Section : les lundis et mercredis, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2 ;

2e Section : les mardis et jeudis, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2 ;

3e Section : les lundis et jeudis, de 8 h. 1/2 à 11 h.

Zoologie. — M. Bohn, Professeur, continuera l'étude des Vertébrés :

1re Section : les vendredis, à 10 h. 1/4.

2e Section : les jeudis, à 10 h. 1/4.

M. Millot, Maître de Conférences, traitera des Vertébrés et de divers sujets de Biologie générale.

3e Section : les jeudis, à 14 heures.

M. Anglas, dirigera les Manipulations :

1re Section : les mardis et jeudis, de 13 h. 3/4 à 16 h. 1/2 ;

2e Section : les lundis et mercredis, de 13 h. 3/4 à 16 h. 1/2.

M. Millot, Maître de Conférences, dirigera les Manipulations :

3e Section : les mardis et mercredis, de 8 h. 3/4 à 11 h. 1/2.

Botanique. — M. Guilliermond, Professeur, continuera l'étude de la Physiologie végétale, puis traitera de la Reproduction des plantes.

1re Section : les lundis et mardis, à 10 h. 1/4.

2e Section : les mercredis et samedis, à 10 h. 1/4.

3e Section. — M. Combes, Professeur, traitera de la Biologie végétale, les mardis et les vendredis, à 15 h. 1/4.

M. Dauphine, Chef des Travaux pratiques, dirigera les Manipulations de Botanique, les jeudis et vendredis, de 14 heures à 17 heures (1re Section), les mercredis et sa-

medis, de 14 heures à 17 heures (2e Section), les mercredis et samedis de 8 h. 1/2 à 11 h. 1/2 (3e Section).

Géologie. — M. A. Lanquine, Maître de Conférences, fera des leçons de Géologie (S.P.C.N.), les lundis et vendredis, à 9 heures, dans l'Amphithéâtre de Géologie de la Sorbonne (Voir ci-dessus : Géologie).

Les leçons seront complétées par des Travaux pratiques et des excursions.

Ecole normale supérieure. — Le nombre des élèves à admettre en 1933 est fixé à 48, dont 20 pour la section des Sciences et 28 pour la section des Lettres.

Faculté de Médecine. — Il est ajouté une section d'Hydrologie thérapeutique et Climatologie aux sections de l'agrégation des Facultés de Médecine et des Facultés mixtes de Médecine et de Pharmacie (décret du 24 février 1933).

Ecoles de Médecine et de Pharmacie. — *Concours.* — Un concours pour l'emploi de professeur suppléant de la chaire de chimie à l'Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Rennes s'ouvrira le mardi 11 octobre 1933, devant la Faculté de Pharmacie de Paris.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Un concours pour l'emploi de professeur suppléant de la chaire de physiologie, à l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie d'Amiens, s'ouvrira le lundi 23 octobre 1933, devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Lille.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Un concours pour l'emploi de chef de travaux de chimie en pharmacie ,à l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie d'Amiens, s'ouvrira le mercredi 25 octobre 1933 au siège de ladite Ecole.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Université de Montpellier. — *Faculté de Médecine.* — Le Recteur de l'Université est autorisé à accepter le legs de 10.000 francs fait par M. Galabert pour la fondation de deux prix d'égale valeur sous le nom de « Prix Frédéric et Paul Galabert », qui seront attribués tous les deux ans à deux docteurs en médecine auteurs des deux meilleures thèses.

Université d'Aix. — *Création d'un centre universitaire méditerranéen.* — Un décret en date du 18 février 1933 approuve la délibération du Conseil de l'Université d'Aix portant création d'un « Centre universitaire méditerranéen » dont le siège est à Nice et dont voici le Règlement :

Art. 1er. — Il est créé à Nice par l'Université d'Aix-Marseille, en conformité du décret du 31 juillet 1920, sous le nom de Centre universitaire méditerranéen, un Institut d'université qui, au point de vue scientifique, relèvera des quatre facultés.

Art. 2. — L'objet du centre universitaire méditerranéen est de coordonner, de stabiliser et de développer les divers cours et conférences d'enseignement supérieur et d'enseignement pour étrangers qui se donnent à Nice.

Art. 3. — Il sera pourvu à l'organisation de séries de conférences sur un même sujet qui porteront plus spécialement sur des questions intéressant la civilisation du bassin méditerranéen et sur des questions d'ordre international.

Il sera fait appel au personnel de l'Université d'Aix-Marseille, des autres universités et établissements d'enseignement supérieur, ainsi qu'à telles autres personnalités littéraires ou scientifiques qui seraient hautement qualifiées. Les maîtres étrangers pourront être invités à y donner des séries de conférences, soit en vertu des accords sur les échanges interscolaires, soit dans les chaires permanentes dont on pourra étudier la création avec un budget assuré par les nations étrangères et un objet déterminé, tel que l'exégèse des grands écrivains représentatifs de ces nations.

Art. 4. — Le centre comportera des cours réguliers sur la langue et la civilisation françaises à l'usage des étudiants étrangers avec sanctions de diplômes ou certificats délivrés par le centre dans les conditions réglementaires des diplômes d'université.

Art. 5. — Il sera constitué auprès du centre un conseil de perfectionnement comprenant, avec des représentants de l'université, de la municipalité et de la chambre de commerce de Nice, telles autres personnalités et autorités choisies par cooptation ; la composition de ce conseil sera précisée par une délibération ultérieure.

Art. 6. — Sous le contrôle du Recteur, le centre universitaire méditerranéen est placé sous l'autorité d'un administrateur nommé par le Ministre de l'Education Nationale, sur proposition du maire de la ville de Nice, après avis du conseil de l'Université et du conseil de perfectionnement.

La nomination est faite pour trois ans, elle est renouvelable.

L'administrateur est assisté d'un directeur, nommé dans les mêmes formes que l'administrateur.

Art. 7. — Le centre aura un budget spécial et autonome, incorporé, après clôture annuelle, au budget de l'Université. Ce budget sera alimenté par des subventions et, le cas échéant, par des droits d'études, inscriptions et diplômes, sans qu'il puisse en résulter aucune charge, tant pour l'Université que pour l'Etat, la ville de Nice s'engageant à garantir le fonctionnement financier du nouvel organisme.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Dans le Champ Solaire, par Paul Couderc, ancien élève de l'Ecole Normale supérieure, Professeur agrégé de l'Université. In-12 (13 × 21) de 236 pages, avec un spectre coloré, 36 planches hors-texte et 35 figures. Gauthier-Villars, éditeur. — Prix : 35 francs.

Appelé par la librairie Gauthier-Villars à étudier le Système solaire, après avoir initié ses lecteurs à l'Architecture de l'Univers, M. Paul Couderc n'avait à redouter ni la banalité d'un domaine en apparence épuisé, ni la comparaison avec le volume qu'il a précédemment publié. La ligne de conduite qu'il s'est tracée dans ses deux ouvrages et qu'il expose dans son avant-propos devait assurer son succès : 1° en donnant à l'Astrophysique une place prépondérante, il a abordé l'étude de la Terre et des planètes par une voie nouvelle et féconde ; 2° en reliant l'étude du système solaire à celle de l'ensemble galactique, il a pu faire entrer dans ce nouveau volume un aperçu de la Constitution Générale de l'Univers et compléter les enseignements de son premier ouvrage par des résultats nouveaux sur le Soleil ; 3° enfin son souci de ne jamais dissimuler les difficultés profondes et les diver-

gences entre les solutions proposées donne au lecteur une sécurité d'esprit que lui laissent rarement les ouvrages de vulgarisation où une recherche trop grande de simplification voile facilement la vérité.

Son livre est illustré de belles et nombreuses photographies, de figures simples et claires, et de quelques tableaux complets et précis donnant, sans alourdir le texte, les résultats numériques les plus importants.

Le premier chapitre « Historique », profondément humain, après les sereines et étonnantes découvertes des anciens, nous fait assister au triomphe de la vérité dans les temps modernes, lutte émouvante, où la tension d'esprit d'un Képler ou d'un Newton les conduit presque jusqu'à la démence.

Puis viennent : « La Terre », l'étude peu avancée de son noyau, celle, riche en résultats nouveaux, de son atmosphère, composition théorique, température, action sur la lumière solaire, ionisation, variations du jour sidéral, âge de la Terre.

« Les Planètes et les Satellites » sont étudiées par les méthodes suivantes : photographies avec écrans colorés (qui permettent d'obtenir soit l'image de leur surface, soit celle de leur atmosphère), couples thermométriques et cellule liquide (qui décèle leur rayonnement propre), étude de la polarisation de leur lumière...

« Le Soleil, description et commentaires généraux », examen de la photosphère et de ses accidents.

« Emission, rayonnement thermique, raies spectrales » rappelle les fondements de l'Astraphysique. Abrégé lumineux de la structure de l'atome et des mouvements de l'électron.

« Spectre solaire, température, zones superficielles » résultats pratiques obtenus en appliquant les notions acquises au chapitre précédent. Effet Doppler, constante solaire, étude des taches solaires et de l'atmosphère qui les surmonte, pression de radiation, équilibres thermodynamique et radioactif.

« Equilibre et état intérieur du Soleil. Source de l'énergie. »

« Le Soleil parmi les étoiles ». C'est l'Univers tout entier qui trouve ici sa place. Le Soleil dans l'Anas Local et celui-ci dans la Galaxie.

« Comètes et débris cosmiques. »

« Hypothèses cosmogoniques. »

A la précision d'un mathématicien M. Coudere joint la vision d'un artiste. Il est difficile de ne pas être attiré vers l'Astronomie par une émotion d'ordre esthétique ; il est agréable d'en trouver le reflet dans un ouvrage qui se suffirait en étant seulement spéculatif.

M. P.

Figures planétaires et Géodésie, par R. Wavre, Professeur à l'Université de Genève, avec une préface de J. Hadamard. Fasc. XII de la *Collection des Cahiers Scientifiques*. In-8° de 195 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 55 francs.

Ce livre, dont l'auteur est un des plus puissants mathématiciens contemporains, synthétise les fruits de ses recherches personnelles. Celles-ci ont abouti à la création d'une méthode qui lui permet de retrouver les résultats classiques sans faire double emploi avec les traités déjà existants ; dans la même voie, il parvient ensuite à pousser, plus loin qu'on ne l'a fait jusqu'à ce jour, l'élaboration théorique du problème ainsi que sa résolution pratique, en perfectionnant l'approximation « ad libitum ». Les formules concernant la géodésie, obtenues de la sorte, montrent que l'hypothèse de la fluidité de notre planète, prise dans son ensemble, se concilient avec les mesures les plus récentes de l'aplatissement du globe, de la pesanteur et de la précision générale.

Une certaine indépendance entre les différents chapitres facilite notablement la lecture de cet important ouvrage. Notamment, trois exposés séparés, consacrés aux hypothèses de Marcel Bertrand et de Wegener intéresseront spécialement les géologues.

Les méthodes, qui procèdent du calcul fonctionnel, sont susceptibles, de l'avis de l'auteur, de permettre d'aborder de nouvelles recherches. Et c'est là un titre de plus pour la diffusion rapide de cette œuvre magistrale, dont M. J. Hadamard fait justement l'éloge.

G. Bouligand.

Lectures mathématiques. La géométrie plane, par M. Ch. Gabeaud, ancien élève de l'Ecole Polytechnique. Préface de M. Marcel Prévost. In-8° de 187 pages avec figures. Eyrolles, éditeur, Paris. — Prix : 20 francs.

Ce livre, écrit dans un esprit nouveau, se propose de donner toutes les explications nécessaires pour éveiller la pensée du lecteur et la diriger fortement vers le but à atteindre, de manière à décider de la découverte des énoncés, par le sujet lui-même.

L'activité déployée par l'auteur dans ce but est méritoire et nous espérons qu'elle sera très féconde

G. Bouligand.

Etude mécanique du vol de l'Avion, à l'usage des techniciens (Cours professé à l'Ecole spéciale de travaux aéronautiques), par M. Robin. In-8°. 250 pages avec figures. Béranger, éditeur, Paris, 1932.

Cet ouvrage expose avec clarté la théorie du vol et de la stabilité de l'avion. Il expose aux techniciens des méthodes très pratiques pour étudier un avion au point de vue aérodynamique.

Les coefficients expérimentaux et les applications numériques sont donnés en abondance, facilitant le calcul de la polaire d'un avion, de l'adaptation de son système motopropulseur et de ses performances probables.

Les solutions de problèmes usuels données au dernier chapitre fournissent, pour les questions semblables, un excellent guide.

G. Bouligand.

Le Faisceau scriptural. III Le Livre d'Airain, par le Dr Dartigues. Préface par le Professeur Cunéo. In-8° de 833 pages. Doin, éditeur. Paris.

Le Dr Dartigues vient de publier le troisième volume du « Faisceau scriptural » qui comprend déjà « Para-Chirurgie » et « Guerre et Paix ». Dans cet ouvrage, sorte de « Fastes de la Médecine et de la Chirurgie » où toute une époque de vie médico-chirurgicale contemporaine est évoquée et qu'a préfacé le Professeur Cunéo, l'auteur a rappelé plus de mille noms, retracé les figures de plusieurs centaines de personnalités médicales, énuméré plus de trois mille travaux scientifiques, repassé des heures mémorables, en un mot fait revivre toute une époque.

S. R.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 6 — 71e ANNÉE — 25 MARS 1933

LA CROISSANCE ET LES TROUBLES DE LA CROISSANCE DANS LA PREMIERE ENFANCE

par le Dr P. BAIZE
Ancien interne des Hôpitaux de Paris
Chef de Clinique infantile à la Faculté de Médecine de Paris

Un fait domine toute la physiologie de la première enfance : *c'est l'intensité de la croissance*. Celle-ci, sans être aussi active que pendant la vie intra-utérine, reste pendant les deux premières années de la vie, et surtout pendant les six mois qui suivent la naissance, extrêmement rapide puisque, schématiquement, à 5 mois, l'enfant a *doublé* son poids de naissance, et qu'il l'a *triplé* (ou peu s'en faut) à 1 an. Ce poids de naissance est en moyenne de 3 kg. 250, mais il y a quelques variations physiologiques et les chiffres peuvent osciller de 2 kg. 500 à 5 kilos ; les filles notamment auraient un poids un peu plus faible que les garçons. D'une façon générale, le poids du nouveau-né augmente avec le poids de la mère, avec le nombre de grossesses et avec l'âge de celle-ci jusqu'à 40 ans ; il est inférieur au poids normal chez les enfants issus de générateurs malades ou épuisés, plus élevé, au contraire, quand la mère a pu se reposer à la fin de sa grossesse.

Pendant les 2 ou 3 premiers jours, *le nouveau-né perd du poids* (200 à 300 gr.), par suite de l'évacuation des urines et du méconium, et par suite de l'absence d'alimentation ; puis le poids se relève à partir du 4e jour et vers le 10e jour l'enfant pèse autant qu'à sa naissance. A partir de ce moment, l'accroissement pondéral va se faire au rythme de 25 gr. par jour pendant les 4 premiers mois, de 15 à 20 gr. pendant les 4 mois suivants, de 10 à 12 gr. pendant les 4 derniers mois de l'année. Au cours de la 2e année, l'augmentation journalière est d'environ 8 gr. pour les premiers mois et 5 gr. pour les derniers. A 2 ans, le poids est de 11 kg. 500 à 12 kg., c'est-à-dire égal au poids de naissance multiplié par 4.

A l'aide de ces données, on construit une courbe dite *courbe de croissance* (fig. 1), dont l'enfant doit s'écarter le moins possible. Cependant, d'assez fortes variations physiologiques peuvent être constatées : les garçons sont généralement plus lourds que les filles (la différence pouvant, vers la 2e année, s'élever à 400 gr.) ; les enfants des classes pauvres ont un poids moindre pour un âge donné que les enfants des classes aisées ; la race, l'hérédité pathologique, les conditions hygiéniques du milieu et surtout le mode d'alimentation ont une influence manifeste sur le poids des nourrissons. Ces particularités ont incité M. Lesage à substituer à la courbe à trait unique *un chemin de poids* représenté par deux lignes paral-

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

lèles entre lesquelles doit se tenir la courbe de poids de tout enfant en état de bonne santé ; les deux lignes sont obtenues en ajoutant 500 gr. aux chiffres moyens pour la supérieure et en retranchant 250 gr. aux mêmes chiffres pour l'inférieure. En dehors de ces limites, l'enfant *n'est pas normal* ; le plus souvent, du reste, son poids *pèche par insuffisance* : on dit alors que l'enfant est *hypotrophique* (1).

Quant à la taille, elle est en moyenne, à la naissance, de 49 cm. 5 ; l'enfant gagne 1 cm.

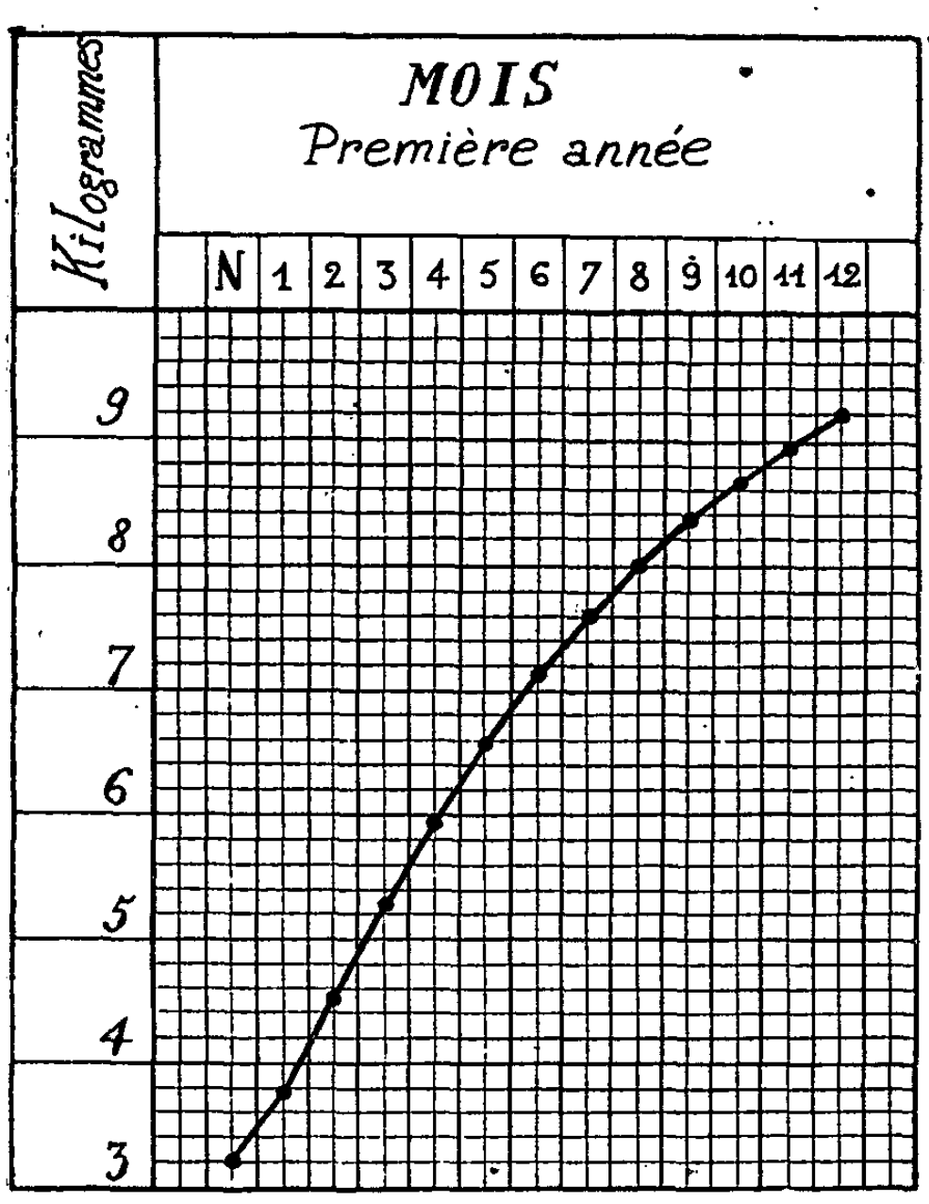


Fig. 1

Fig. 1. — Courbe de poids du nourrisson normal dans les 12 premiers mois (d'après le Prof. NOBECOURT).

pendant les 10 premiers jours [fait remarquable puisque simultanément le poids diminue de façon notable], et 4 cm. pendant le 1er mois. Puis la croissance staturale se ralentit, elle n'est plus que de 3 cm. pendant les 2e et 3e mois ; de 2 cm. pendant le 4e mois ; de 1 cm. enfin pendant les mois suivants. A 1 an, la taille est de 70 cm. et à 2 ans de 78 à 80 cm. Les influences physiologiques qui font varier le poids des nourrissons agissent aussi sur leur taille ; les enfants du sexe féminin, ceux des classes pauvres, ceux qui sont nés d'une mère très jeune sont plus petits ; il en est de même chez ceux où la sécrétion de certaines glandes (thyroïde, thymus) est déficiente. Mais, d'une façon générale, la taille est moins influencée que le poids par les troubles de la croissance ; nous avons vu que, pendant les 10 jours qui suivent la naissance, le poids diminue et la taille augmente. Dans les périodes de rapide accroissement, l'augmentation porte d'abord sur la taille, puis sur le poids. Cette dissociation apparaît avec plus de netteté encore chez les hypotrophiques, où la croissance staturale continue, alors que la croissance pondérale est arrêtée ou même déficitaire.

*
* *

Une croissance aussi rapide, ne va pas sans d'énormes besoins caloriques, énergétiques et plastiques ; elle ne peut se faire normalement que si l'assimilation l'emporte de beaucoup sur la désassimilation. Or, celle-ci est particulièrement active à cet âge, tant du fait de la perte de chaleur par rayonnement cutané (proportionnellement plus intense chez le nourrisson que chez l'adulte) que du fait de l'élimination rénale et des échanges pulmonaires très actifs. D'autre part, la multiplication intensive des cellules du jeune organisme exige, selon l'expression imagée de M. Mouriquand, des « matériaux de construction » de premier ordre, dont les uns *sont indispensables*, comme les substances albuminoïdes (et en particulier certains acides aminés), l'eau, certains minéraux ; et dont les autres sont *très utiles*, tels que les graisses et les hydrates de carbone. Elle exige encore des *catalyseurs*, des *hormones*, qui excitent et dirigent cette construction : sels minéraux qui agissent à l'état de traces, vitamines, enzymes et sécrétions endocrines qui président, au cœur même des cellules, « aux phénomènes d'oxydation, de réduction, de dédoublement et d'hydrolyse, qui sont les actes physico-chimiques essentiels de la vie ». Nous allons passer rapidement en revue ces divers besoins du nourrisson sans la satisfaction desquel la croissance est imparfaite et la nutrition compromise.

L'importance des *besoins caloriques* est très grande ; les expériences de Rubner et Heubner, de Winterwitz et Wolpert, de Michel et Perret, de Johannessen et Wong montrent que l'enfant très jeune (au-dessous de 6 mois) a besoin *de 90 à 100 calories par kilo de poids corporel* pour se développer normalement. C'est là un chiffre considérable, et dont l'importance apparaît mieux si l'on songe que, pendant le 1er semestre de sa vie, le nourrisson consomme par kilogramme de poids une ration alimentaire qui, évaluée en calories, est 3 *fois plus grande que*

(1) Les termes *d'hypotrophie*, *d'atrophie* et *d'athrepsie* dérivent de la racine τρεφ qui exprime l'idée de nutrition et a donné naissance à deux radicaux, l'un par métathèse : θρεψις, l'autre par apophonie : τροφη, qui tous deux signifient « nourriture ».

celle de l'adulte ! Après le 6e ou le 7e mois, la dépense en calories diminue ; elle n'est plus que de 85 cal. à 7 mois, de 78 à 80 cal. à 1 an et de 60 à 65 cal. à 2 ans. Comment s'expliquent des besoins aussi considérables ? C'est que la plus grande partie des calories fournies par l'alimentation (près de 85 %) est dissipée *sous forme de chaleur rayonnée* par les téguments, et que, ainsi que l'ont montré le prof. Ch. Richet et Rubner, les nourrissons ont, par rapport à leur poids *une surface corporelle plus grande que celle des adultes.* Or, le rayonnement est proportionnel à la surface du corps et non au poids : il s'ensuit que moins l'enfant pèse, et plus il rayonne de chaleur, plus il menace sa réserve calorique. Ainsi, la tendance au refroidissement est très grande chez le nourrisson, qui paraît mal armé pour lutter contre elle, et qui, par suite de l'imperfection de son appareil d'auto-régulation thermique, tend facilement à se mettre au niveau de la température ambiante.

Pour l'organisme jeune, *les besoins plastiques* sont tout aussi intenses que les besoins caloriques, et notamment *les substances albuminoïdes* paraissent tout à fait indispensables à la croissance. On sait qu'un adulte qui a parfait son développement, a besoin *d'1 gr. d'albumine* par kilo et par jour pour sa *ration d'entretien*. Chez le nourrisson en pleine croissance, la ration d'entretien est sensiblement la même (1 gr. 02), mais il faut envisager en plus, pour représenter les besoins azotés *totaux* à cet âge, une *ration d'accroissement* égale, d'après Michel, à 0 gr. 134 d'albumine par gramme d'augmentation pondérale. On trouve ainsi qu'un enfant d'1 mois, pesant 3 kg. 750, a besoin, pour croître normalement, à raison de 25 gr. par jour, de 7 gr. d'albumine par 24 h., soit 2 gr. environ par kilo de poids, c'est-à-dire le *double* de la quantité nécessaire à l'adulte : l'enfant très jeune « a faim d'albumine ».

D'ailleurs, la *quantité* d'albumine n'est pas seule à considérer, les travaux modernes ont montré toute l'importance du *facteur qualitatif*. La croissance du nourrisson (et, d'une façon générale, celle des animaux jeunes) n'est possible que si les albumines ingérées, contiennent *certains acides aminés* qui se sont révélés *indispensables*. De ces substances, les unes, comme *le tryptophane*, sont nécessaires au maintien du poids ; les autres, comme *la lysine*, sont indispensables à la croissance. C'est ce que montrent bien les curieuses expériences de Hopkins et Willcock : ces auteurs donnent à de jeunes rats un régime où le seul aliment azoté est la *zéine* du maïs, albumine incomplète qui ne contient ni glycocolle, ni tryptophane, ni lysine, et, de plus, qui est très pauvre en cystine. Les animaux ainsi nourris font, dès le début *une chute de poids et meurent rapidement*. L'addition au régime de petites quantités de tryptophane empêche l'évolution mortelle, mais la croissance des jeunes rats reste nulle, et ne reprend que par l'adjonction de lysine. Les expériences de Rubner, de Nollau et Kostler, d'Osborne et Mendel, de Mac-Collum et Davis, d'Henriquez, ont confirmé ces résultats. Osborne et Mendel ont, en outre, montré que de jeunes rats ne croissent que si l'on ajoute à leur nourriture au moins 3 % de *cystine*. Enfin, les recherches d'Abderhalden, d'Einbeck, d'Hopkins et Ackroyd ont prouvé que l'*arginine* et l'*histidine* sont, elles aussi, indispensables à la croissance ; ainsi, c'est la nature et le taux de ses acides aminés qui fait la valeur biologique d'une albumine.

Les graisses et les hydrates de carbone ne sont pas, comme les substances protéiques, indispensables à la nutrition du jeune enfant ; mais ils lui sont néanmoins très utiles en apportant à l'organisme la chaleur et l'énergie nécessaires à son activité et qu'il ne saurait trouver dans une ration exclusivement albuminoïde. On sait, en effet, que la combustion d'1 gr. de graisse libère 9 calories, et celle d'1 gr. de sucre, 4. Si le nourrisson supporte relativement bien un régime pauvre en graisses, à la condition que celles-ci soient remplacées par une quantité isodyname d'hydrates de carbone (Rubner), il n'en est pas de même en ce qui concerne la *sous-alimentation sucrée*, encore moins bien tolérée par le nourrisson que par l'adulte. Alors que, chez ce dernier, la dose minima par kilo et par jour n'est que de 2 grammes, chez le jeune enfant, il ne faut pas descendre au-dessous de 3 gr. 5, sinon, l'enfant pâlit, s'affaiblit, le développement osseux s'arrête, le poids reste stationnaire, puis tend à s'abaisser. D'autre part, les hydrates de carbone jouent un rôle capital dans l'assimilation des graisses. Lorsque le sucre est en quantité normale dans l'alimentation, celles-ci sont brûlées complètement, avec production de CO^2 et d'H^2O ; quand le sucre est insuffisant, les combustions ne se font plus qu'incomplètement et il se produit des *corps intermédiaires* : acétone, acide diacétique, acide β-oxybutyrique, qui sont des poisons pour l'organisme et finissent par entraîner un état d'acidose et de coma. Par un mécanisme analogue, la présence des hydrates de carbone paraît favoriser l'utilisation des albuminoïdes. Enfin, le sucre intervient dans l'assimilation *de l'eau*, en se fixant dans les tissus (foie surtout) sous forme de *glycogène*, transformation qui lui permet d'absorber 3 fois son poids d'eau (Combe).

Pour construire, ses tissus, et en particulier son tissu osseux, le nourrisson a besoin d'une quantité considérable de *substances minérales*.

Michel et d'autres auteurs ont montré que la teneur en sels minéraux de l'organisme augmentait progressivement de l'âge fœtal à l'âge adulte : alors qu'au 5e mois de la vie intra-utérine, cette proportion n'est que de 1,9 %, elle oscille entre 2,7 et 3,4 % au moment de la naissance et se tient entre 4,4 et 4,7 % chez l'adulte. D'après Finkelstein, le nourrisson retient 20 % des sels de chaux et de 50 à 90 % du phosphore ingérés pour la formation de ses os, 90 % du sodium et 50 % du potassium pour la constitution de ses tissus. Au total, 48 % des sels minéraux sont retenus par le nourrisson, tandis qu'un organisme adulte en équilibre n'en fixe presque pas, et en élimine chaque jour à peu près autant qu'il en ingère. Le calcium, le phosphore, le chlorure de sodium, le fer, etc., ne contribuent pas au développement du nourrisson de façon seulement quantitative : à côté de leur rôle d'aliments plastiques, les minéraux, ou tout au moins *certains d'entre eux*, semblent exercer sur la nutrition *à dose infinitésimale* une action sans laquelle toute croissance serait impossible. Tels sont surtout le calcium, le phosphore, le potassium, et le sodium (Osborne et Mendel, Mac-Collum, Simmonds et Parsons) et accessoirement l'iode, le zinc (Raulin, Delezenne), l'arsenic, le manganèse (Bertrand), etc. L'action de ces minéraux à l'état de traces s'apparente de très près à celle des *catalyseurs* en chimie, sans que cette analogie nous éclaire d'ailleurs beaucoup sur la nature intime du phénomène.

Chez le nourrisson comme chez l'adulte, la présence d'une certaine quantité *d'eau* dans les tissus conditionne l'intensité des échanges et permet les phénomènes de la vie. Ceux-ci étant particulièrement actifs dans le premier âge, il n'y a rien d'étonnant à ce que *l'hydratation* de l'organisme de l'enfant jeune soit *très forte* : à la naissance, l'eau représente 70 % du poids du corps, tandis que chez le grand enfant et chez l'adulte, elle n'en constitue que 55 %. Alors que l'adulte a besoin de 40 gr. d'eau environ par kilogramme et par jour, le nourrisson en exige 120 gr. La circulation de l'eau est beaucoup plus active chez celui-ci que chez celui-là; l'adulte élimine 20 gr. d'urine environ par kilo et par jour ; l'enfant de 3 mois en élimine 100 c.c., l'enfant de 6 mois, 75 c.c. Ces chiffres permettent de comprendre pourquoi le nourrisson est *si sensible à la privation d'eau* ; pour peu que celle-ci se prolonge, il en résulte un état de dénutrition rapide, excessive, de « déshydratation », dont les enfants atteints de diarrhée cholériforme offrent un exemple frappant. « La perte en eau bloque la cellule et paralyse ses fonctions » (Mouriquand), d'où l'intérêt d'injecter aux enfants ainsi atteints des *solutions glucosées ou salines* qui amènent parfois de véritables résurrections.

Il nous reste à dire quelques mots de ces éléments indispensables à la croissance et à la vie que sont *les vitamines* et les *enzymes*. Tout le monde sait aujourd'hui peu ou prou ce qu'on désigne sous le nom de vitamines : il s'agit de substances, dont la nature est encore obscure, mais dont l'existence paraît indiscutable, qui sont contenues en abondance dans les *aliments frais*, et dont le rôle dans le développement et dans le maintien de la vie paraît tout à fait important. Nous ne pouvons entreprendre ici l'étude, même ébauchée, d'une question aussi vaste et aussi complexe, et qui a suscité une foule de travaux, parmi lesquels ceux de Funk,

Fig. 2. — Enfant nourri depuis l'âge de 4 mois par des bouillies préparées au bouillon de légumes, sans lait ; à 14 mois, le poids était de 4 k. 800. Par un traitement approprié, l'enfant a guéri.

d'Hopkins, d'Osborne et Mendel, de Weill et Mouriquand, de Mme Randoin et Simonet, pour n'en citer que quelques-uns.

Disons seulement qu'aujourd'hui l'existence et les propriétés d'au moins 4 de ces substances sont à peu près établies : la vitamine A, abondante dans les huiles animales, les graisses, le foie, le jaune d'œuf, les végétaux ; la vitamine B, contenue surtout dans le germe des céréales,

le malt, la levure de bière fraîche, les jus de légumes ; — la vitamine C, dont les jus de fruits (orange, citron, raisin) sont particulièrement riches ; — la vitamine D, enfin, contenue dans certaines huiles animales (foie de morue). L'absence dans l'alimentation de vitamine A entraîne des troubles oculaires (xérophtalmie) ; celle de la vitamine B entraîne des paralysies (béri-béri) ; la carence en vitamine C est à l'origine du scorbut, et la privation de vitamine D paraît, dans une certaine mesure, conditionner le rachitisme. De ces 4 substances, 2 surtout (facteurs A et B) sont nécessaires à la croissance, le rôle des vitamines C et D n'apparaît que plus tard, après le 5e ou le 6e mois ; du reste, chez le nourrisson, qui a été soumis à une alimentation hautement stérilisée (lait homogénéisé, lait sec, farines lactées, etc.), on observe plutôt des signes *de carence fruste*. Néanmoins, le rôle de ces carences sur la croissance est indubitable, puisque celle-ci s'améliore par l'emploi d'un régime riche en vitamines. A côté des vitamines, il faut faire une place *aux enzymes*, ou diastases, véritables *ferments internes*, agissant dans l'intimité des cellules (qui les élaborent) un peu à la manière des *ferments digestifs*, produits d'une sécrétion externe, qui attaquent et transforment les aliments pendant la traversée digestive ; or, l'organisme du nourrisson n'élabore que peu de ces enzymes (de même qu'il ne secrète que peu de sucs digestifs) et, de plus, ces substances paraissent chez lui moins actives que chez l'adulte ; il faut donc qu'il les trouve en quantité suffisante dans son alimentation, sinon leur carence entraîne le ralentissement ou même l'arrêt de l'assimilation et, par voie de conséquence, l'arrêt de la croissance et la dénutrition.

***

On voit, par cet exposé, combien sont impérieux et complexes les besoins du nourrisson; il faut, pour que sa croissance se fasse de façon satisfaisante, qu'il trouve dans son alimentation, en proportion convenable, tous les aliments que nous venons d'énumérer. Et, de plus, il faut que ces aliments lui soient présentés sous une forme digestible et facilement assimilable, c'est-à-dire liquide ou semi-liquide. Toutes ces conditions se trouvent remplies dans *le lait*, et essentiellement *dans le lait humain*, car aucun autre lait, et pas même le lait d'ânesse qui, chimiquement, s'en rapproche le plus, ne répond aussi bien que le lait de femme aux besoins du 1er âge, n'est aussi spécifiquement adapté à la nutrition des premiers mois. C'est ce que résume excellemment M. G. Mouriquand, quand il écrit : « Ce lait — sa sécrétion étant supposée normale — apporte les calories nécessaires par son lactose, sa graisse, ses albumines ; les substances plastiques par ses albumines aussi et ses sels, généralement sous forme colloïdale éminemment assimilable. Les amino-acides indispensables à l'équilibre (tryptophane) et à la croissance (lysine) sont présents. Toutes les vitamines de croissance y existent en quantité convenable ; de même, les ferments vivants, les « enzymes » indispensables à la vie cellulaire. Et tous ces éléments y sont dans un état d'équilibre harmonieux par rapport à l'équilibre celluaire qu'ils doivent assurer. »

Si l'enfant ne trouve pas dans son alimentation toutes ces substances, ou si, pour une cause ou pour une autre, l'organisme n'est pas en état de les assimiler, la nutrition souffre, la croissance s'arrête, le nourrisson maigrit ; *l'hypotrophie est constituée*.

***

D'une façon générale, on dit qu'un enfant est *hypotrophique* quand il n'a ni la taille, ni surtout *le poids* des enfants de son âge. Cette définition, très extensive, comprend deux catégories de faits assez dissemblables, dont il importe de souligner la démarcation : chez certains bébés, en effet, le retard pondéral coexiste avec *un état général satisfaisant* ; l'enfant n'est pas amaigri, il paraît seulement plus jeune qu'il ne l'est en réalité. Chez d'autres, au contraire, il y a *émaciation véritable* ; la peau est flasque et ridée, les muscles ont fondu, le tissu adipeux surtout a plus ou moins complètement disparu. A *l'hypotrophie simple*, proportionnée, des premiers, s'oppose *l'hypotrophie avec dénutrition* des seconds.

Il est sans doute inutile de souligner l'intérêt qui s'attache à l'étude de ces troubles de la croissance au cours de la première enfance ; intérêt qui tient à leur *fréquence*, qui est extrême, et à leur *gravité, immédiate*, puisque, dans leurs formes les plus sévères, ils menacent l'existence même de l'enfant ; — et, à *longue échéance*, puisque l'individu peut supporter toute sa vie les conséquences d'une croissance défectueuse dans les premières années. Les considérations précédentes font prévoir que *les causes* d'hypotrophie sont extrêmement nombreuses et, de fait, les passer en revue équivaut presque à passer en revue toute la pathologie du premier âge. C'est un peu comme si l'on voulait énumérer les causes de l'amaigrissement chez l'adulte. Il y a cependant une différence essentielle entre celles-ci et celles-là : alors que, chez l'adulte, l'amaigrissement, quel que soit son degré, *n'est qu'un symptôme*,

le plus souvent transitoire, d'importance secondaire, et dont l'évolution, sauf dans quelques cas spéciaux, est fonction de l'affection causale, chez l'enfant très jeune, au contraire, et du fait même de la physiologie si particulière à cet âge, *l'hypotrophie tient presque toujours le premier plan de la scène clinique*, et *s'y maintient*, même quand la cause qui lui a donné naissance a disparu. On conçoit combien la recherche et la découverte de cette cause peuvent être difficiles, et cependant sa connaissance est le plus souvent indispensable à la mise en œuvre d'une thérapeutique véritablement efficace.

Nous ne pouvons, dans le cadre de cet article, énumérer complètement toutes les causes susceptibles d'entraîner l'arrêt de la croissance ou la dénutrition ; nous ne retiendrons que les plus importantes (1).

a) *Les fautes dans l'alimentation* sont fréquemment à l'origine des hypotrophies de la première enfance. Rarement, c'est la *suralimentation* qui est en jeu : encore celle-ci n'agit-elle qu'en provoquant des troubles digestifs qui deviennent à leur tour facteurs de dénutrition. Par contre, la *sous-alimentation* doit être très souvent incriminée ; elle peut relever de bien des causes : tantôt, la quantité de lait ingérée à chaque tétée est *insuffisante*, cela se produit quand les tétées sont trop courtes ou trop rares, ou lorsque la sécrétion mammaire de la mère (ou de la nourrice) est déficiente. Tantôt, l'enfant pour une cause ou pour une autre, *ne peut prendre* une quantité suffisante de lait ; il en est ainsi chez les nourrissons *trop débiles* pour téter, chez ceux qui sont porteurs d'une *malformation* (bec-de-lièvre) ou d'une *affection* (rhino-pharyngite, végétations adénoïdes, muguet) qui les rendent inaptes à la succion ; enfin, quand le mamelon mal formé ne se prête pas à la tétée. Ces divers facteurs sont à la fois causes d'hypotrophie et causes d'anorexie, celle-ci contribuant pour une bonne part à entretenir l'état de dénutrition.

La sous-alimentation est d'ailleurs infiniment mieux supportée par l'enfant *nourri au sein* que par celui qui reçoit une alimentation artificielle (lait de vache, par exemple). C'est que le régime du premier reste « *équilibré* » (Mouriquand), tandis que chez le second, aux effets de l'inanition viennent se joindre ceux d'une *alimentation, inappropriée ;* celle-ci, qui apparaît comme un facteur très important d'hypotrophie et de dénutrition, est réalisée quand on nourrit l'enfant très jeune avec d'autres aliments que le lait maternel.

Le plus souvent, c'est *le lait de vache* qui est employé. Il faut remarquer que, malgré son inadaptation à la nutrition de l'enfant (trop de caséine, pas assez de sucre, pas d'enzymes spécifiques), il est bien toléré par les 4/5 des nourrissons, « à condition que cette nourriture soit donnée en quantité normale et qu'elle soit de qualité irréprochable » (Combe). Sans aller jus-

Fig. 3.
Hypothrepsie du 2e degré confinant à l'athrepsie.

qu'à dire, avec R. Mathieu, que « la bonne santé qu'ils conservent, malgré ce régime, est la preuve de leur force et de leur endurance » (1), on voit couramment de beaux bébés qui ont été nourris au lait ordinaire dès leur naissance. Mais l'hypotrophie apparaît rapidement, dès que le lait de vache est donné de *façon incorrecte* (fautes de coupage, le plus souvent et aussi fautes de stérilisation).

Les risques de dénutrition s'accroissent à mesure qu'on s'éloigne davantage du lait de femme ; à cet égard, les *farineux* administrés avant le 4e ou 5e mois, *les bouillons de légumes*

(1) Voir P. Baize, *le Traitement des Hypotrophies de la 1re enfance*, Paris, 1931, 184 p., Arnette éditeur et aussi : *Etiologie et Traitement des Hypotrophies de la 1re enfance*. Gazette des Hôpitaux, 11 et 18 juin 1932.

(1) *Journal des Praticiens*, n° 36, 1931.

ou le *babeurre* abusivement prolongés, constituent des régimes de plus en plus « déséquilibrés » et sont fréquemment à l'origine d'états de dénutrition sévère (fig. 2). Après 6 mois, l'alimentation inappropriée est réalisée chez des nourrissons soumis depuis trop longtemps au *régime lacté uniforme*, et surtout chez ceux qui ont été nourris à l'aide de laits stérilisés et conservés, condensés, desséchés, etc. Chez ces enfants, où l'on retrouve des symptômes de *carence en vitamines*, et particulièrement en vitamine C, il suffit souvent de diminuer la quantité de lait et d'instituer un *régime varié* et riche en *éléments frais* pour améliorer rapidement l'hypotrophie.

b) « Les affections des voies digestives sont les causes les plus fréquentes et les plus puissantes de dénutrition dans le premier âge » (Marfan). Au premier rang, il faut placer *les diarrhées* des nourrissons, si communes que nombre d'auteurs, avec Parrot, considèrent qu'il n'y a pas d'athrepsie vraie sans troubles intestinaux préalables (Thiercelin). *Diarrhées infectieuses*, cholériformes ou dysentériformes, si fréquentes en été et qui entraînent en quelques jours des états de *déshydratation* profonde dont l'enfant ne se remet que très lentement ; *diarrhées chroniques* liées à ce qu'on a appelé la dyspepsie du lait de vache, *diarrhée commune* des enfants privés du sein, etc. L'action de ces troubles digestifs est *triple;* ils retentissent sur la nutrition *en gênant l'assimilation, en favorisant l'auto-intoxication* à point de départ intestinal, et surtout *en déshydratant l'organisme*, en le spoliant d'eau, de sels, d'albumines et de toutes sortes de substances dont la perte aggrave encore l'inanition cellulaire.

Nous ne ferons que rappeler l'importance des *vomissements*, comme facteur de dénutrition. En particulier, la *sténose hypertrophique du pylore, la maladie des vomissements habituels* (Marfan) sont susceptibles d'entraîner des états de cachexie extrême, uniquement par le mécanisme de l'inanition.

c) Dans un certain nombre de cas, des enfants correctement alimentés ou même nourris au sein, en tout cas indemnes de troubles digestifs, présentent cependant un état d'hypotrophie qui peut être très accusé ; on est alors amené à suspecter *l'origine infectieuse* du trouble nutritif, et à incriminer une *infection aiguë* ou *chronique*. Il est habituel d'observer, au cours des *affections aiguës* de la première enfance un fléchissement le plus souvent temporaire de la courbe de poids ; c'est ce qui se produit dans l'érysipèle, le rougeole, les broncho-pneumonies, la coqueluche surtout. Infiniment plus important est le rôle *des infections chroniques*, héritées de la mère ou acquises ; deux surtout sont capitales : la *syphilis* et la *tuberculose*.

L'*hérédo-syphilis* est, sans doute, la cause la plus fréquente des dystrophies infantiles. Il s'agit de nourrissons, souvent prématurés ou débiles à la naissance, qui n'ont à 5 ou 10 mois que leur poids initial ou peu s'en faut, et cela malgré l'allaitement au sein, sans troubles digestifs. Tantôt, l'existence d'une grosse rate et d'un gros foie durs, autres stigmates, vient confirmer l'origine spécifique de cette hypotrophie, tantôt *le retard ou l'arrêt de croissance est le seul symptôme d'hérédo-syphilis*. On peut discuter sur la fréquence de la syphilis héréditaire à l'origine des hypotrophies ; dans l'ensemble, il faut savoir qu'elle est très grande, fait d'autant plus important qu'un traitement approprié donne parfois des améliorations surprenantes.

La *tuberculose du nourrisson*, même dans sa forme latente, où elle ne se traduit que par une cuti-réaction positive, entraîne plus ou moins vite un état de dénutrition très accusé. Assez souvent aussi, les enfants *nés de mère tuberculeuse* sont des débiles congénitaux et deviennent ultérieurement hypotrophiques en dehors de toute contamination : peut-être faut-il alors incriminer ces *formes filtrantes* du bacille tuberculeux sur lesquelles l'attention des médecins est actuellement attirée. La *diphtérie larvée*, *l'otite moyenne latente*, sont des causes plus rares, mais certaines, d'hypotrophie.

Fautes alimentaires, troubles digestifs, infections chroniques sont donc les causes habituelles d'hypotrophie dans le premier âge ; beaucoup plus rarement, on sera en droit d'incriminer *certaines insuffisances glandulaires* (thyroïdienne surtout, dont le rôle dans le myxœdème de la petite enfance est entièrement démontré), *le rachitisme*, etc. Il convient de remarquer aussi que, très souvent, plusieurs causes *s'associent* pour créer l'hypotrophie, et c'est ainsi qu'un enfant hérédo-syphilitique, par exemple, deviendra hypotrophique par anorexie, par vomissements (si fréquents chez ces malades), par lésions dégénératives des glandes digestives ou endocrines, etc.

Si, d'ailleurs, tout nourrisson peut, à un moment donné, devenir hypotrophique, il semble que certains soient *plus aptes que d'autres* à faire de la dénutrition ; Parmi les causes prédisposantes tenant à l'enfant, la plus importante est la *débilité congénitale* (avec ou sans prématuration), débilité qui constitue déjà par elle-même une modalité d'hypotrophie qu'on pourrait qualifier « d'intra-utérine » (Marfan). On sait d'ailleurs que la syphilis est fréquemment à l'origine de ces états de prématuration et de débilité. Les *tares* héritées des parents agissent dans le même sens : les enfants d'alcooliques,

de saturnins, de névropathes, de générateurs âgés, « les douzièmes de douze, les fins de race, les fins de diathèse » (Lesage) deviennent hypotrophiques avec une grande facilité.

Les causes tenant *au milieu* résident dans l'action *d'agents physiques :* le froid, les hautes températures de l'été, le « coup de chaleur », et dans un ordre de faits un peu différent, la carence solaire (Woringer), l'insuffisance d'oxygène, la claustration, l'entassement dans des logis insalubres favorisent le développement de l'hypotrophie. A toutes ces causes se joint, en milieu hospitalier surtout, *le danger des infections.*

Le *défaut de soins* n'est pas moins important ; l'enfant est « incapable de vivre s'il est abandonné à lui-même ». Il faut que sa mère, ou une autre personne, lui donne le sein, ou à défaut de celui-ci, une alimentation artificielle correctement préparée, qu'elle le nettoie, le change, l'habille, le berce, le prenne dans ses bras, le promène et lui fasse prendre l'air ; qu'elle se mette « en communication psychique avec lui par le regard, le sourire, les appels et les chants sans signification » (Marfan). Trop souvent, l'enfant confié à des personnes mercenaires est privé de tous ces soins et sa nutrition en souffre.

*
* *

Telles sont les principales causes qui sont susceptibles d'amener l'arrêt de la croissance et la dénutrition chez le nourrison. Il nous reste maintenant à préciser en quelques lignes les aspects que peuvent revêtir cliniquement les troubles de croissance à leurs divers degrés.

Un premier groupe, celui des *hypotrophies simples,* est représenté par des enfants dont la croissance est retardée ou même stationnaire, et qui n'ont ni la taille, ni surtout *le poids* qui conviennent à leur âge. Un grand nombre de ces enfants sont d'ailleurs des *prématurés,* nés à 7 ou 8 mois, et présentant dès l'origine un sérieux « handicap » pondéral qu'ils n'ont pas pu rattraper pendant les premiers mois de leur existence ; d'autres étaient nés à terme, mais déjà chétifs, *débiles* et de poids insuffisant, et cet état, souvent lié à des tares héréditaires, a persisté à mesure que l'enfant prenait de l'âge ; chez d'autres, enfin, nés normaux, la croissance a été retardée par le manque de soins, une alimentation défectueuse, des troubles endocriniens, etc.

La courbe pondérale de ces nourrissons est irrégulière, capricieuse, peu ascendante dans l'ensemble, et coupée de longues périodes stationnaires ; il n'y a pas amaigrissement, le pannicule adipeux est conservé, l'état général se montre satisfaisant. L'appétit et les fonctions digestives peuvent être normaux, le plus souvent ils sont ralentis. Sur les radiographies, on peut constater, après 6 mois, un certain retard de l'ossification. *Au total, le bébé n'a pas l'air malade, il est simplement plus petit que ne le comporte son âge.*

Dans un deuxième ordre de faits, il s'agit d'enfants qui présentent non seulement un retard ou un arrêt de la croissance, mais encore un *amaigrissement* plus ou moins accusé, dont le meilleur témoin, ainsi que l'a montré le professeur Marfan est la diminution ou même la disparition du pannicule adipeux, premières réserves qu'utilise l'enfant. C'est en se fondant sur l'état de cette « doublure graisseuse » de la peau que M. Marfan a décrit aux états de dénutrition de l'enfant 3 degrés : *hypothrepsie légère* ou du 1er degré), *hypothrepsie sérieuse* (ou du 2e degré), *athrepsie.*

Lorsqu'il y a *hypothrepsie du 1er degré,* l'enfant n'a pas l'air souffrant, mais le pannicule adipeux de l'abdomen et du thorax, apprécié par pincement de la peau, est *aminci,* tandis que celui des membres est à peine touché et que la face reste indemne. La courbe de poids est au-dessous de la normale, et peut rester longtemps stationnaire avec quelques oscillations journalières de 10 à 20 gr. en plus ou en moins, surtout si l'enfant est nourri au sein. Mais, si la cause de l'hypotrophie persiste, si l'alimentation est insuffisante ou défectueuse, si le nourrisson est soigné dans une atmosphère débilitante et infectée d'hôpital, le poids tend à s'abaisser et le passage à la phase d'hypothrepsie sérieuse est à craindre. Par ailleurs, la taille continue à s'accroître régulièrement (dissociation que nous avons déjà signalée), la température est normale. Ces symptômes peuvent être très légers et M. Mouriquand désigne sous le nom de « stade préparatoire » un « état mou » spécial, aisément curable, des téguments.

Lorsque, faute de traitement, ou malgré celui-ci, la dénutrition progresse, la graisse disparaît partout, sauf au visage ; la peau de l'abdomen et du thorax, puis celle des membres, devient flasque, pâle, très mince, les côtes sont visibles, les membres se décharnent, mais la face reste pleine, non ridée, le regard est vif et le faciès est somme toute assez satisfaisant. La courbe de poids *fléchit* plus ou moins vite, et lorsque l'amélioration se produit, ne remonte que très lentement ; la taille continue à croître, la température est normale ou subnormale, un peu oscillante. A ce degré de dénutrition, la situation est grave, mais « non désespérée, tant que l'athrepsie n'est pas établie » (Marfan). Celle-ci est annoncée par le bleuissement des extrémités, la persistance du pli cutané, l'affaissement de la grande fontanelle.

L'*athrepsie,* dont Parrot a laissé une description admirable, est la forme la plus grave et la

plus saisissante des états de dénutrition dans la première enfance ; à aucun moment de la vie, l'amaigrissement n'atteint un pareil degré. Du reste, l'athrepsie vraie ne se voit guère après le 5e mois de l'existence ; elle ne se rencontre pour ainsi dire jamais chez l'enfant nourri au sein. *Elle est presque toujours incurable*, la dénutrition continuant à progresser, alors même que la cause qui lui a donné naissance a disparu.

L'aspect du nourrisson athrepsique est presque caractéristique (fig. 3) et il nous suffira d'en rappeler les traits principaux. Le visage, où la graisse a complètement disparu, permet à lui seul de faire le diagnostic. Le front ridé, les sillons naso-géniens profondément creusés, les pommettes saillantes, le menton pointu, les lèvres minces composent le classique faciès « simiesque » ou « voltairien ». Le reste du corps est d'une maigreur squelettique ; la peau, grisâtre, mince et flasque, est couverte d'éruptions livides et souvent d'escharres ; l'affaissement de la fontanelle, la lenteur à s'effacer du pli fait à la peau, le regard voilé traduisent une déshydratation profonde.

Le poids, toujours très inférieur à la normale, peut tomber au-dessous du poids de naissance ; il s'abaisse de façon rapide et progressive, et la croissance de la taille, autant qu'on peut en juger, semble arrêtée. La température basse, le ralentissement du pouls et de la respiration, la rareté et la faiblesse du cri, la difficulté de plus en plus grande de la succion, complètent ce tableau lamentable dont la mort est l'aboutissement presque fatal.

Nous ne pouvons insister, ici sur les modifications biologiques que subit l'organisme de l'athrepsique ; disons simplement, en nous basant sur les innombrables travaux parus jusqu'à ce jour, que les *échanges nutritifs*, chez ces malheureux enfants, sont *nettement déficitaires* : les *excreta*, exprimés en calories, l'emportent sur les *ingesta*, les graisses sont très mal assimilées, les protéines et les sels sont éliminés en excès. La capacité d'oxydation semble diminuée (Freund, Utheim) et l'augmentation de l'azote du sang (Nobécourt) est le témoin de la désintégration tissulaire.

L'existence d'états cachectiques très voisins de l'athrepsie telle que nous venons de la décrire, mais n'offrant pas les mêmes caractères de marche inexorable et d'incurabilité, la difficulté de saisir le moment où s'établit l'athrepsie vraie, ont conduit certains auteurs à rechercher des *tests* de cette « mort fonctionnelle » des cellules qui caractérise l'athrepsie. Ces *tests*, on a cru les trouver dans l'*épreuve de la ration alimentaire* (Finkeslstein) (1) et dans *l'abaissement brusque du métabolisme basal* (Ribadeau-Dumas) (2). L'accord n'est pas encore fait sur la valeur de ces *tests*, de recherche délicate ; mais il semble bien qu'il existe « un cap de l'athrepsie vraie qui, une fois franchi, ne permet plus à la nutrition d'échapper à la déchéance finale » (Mouriquand).

*
* *

Tel était le lamentable tableau que l'on pouvait observer journellement, il y a quelque cinquante ans, à l'Hospice des Enfants-Assistés, où la mortalité des débiles et des hypotrophiques atteignait le taux effroyable de 80 o/o ! Le professeur Hutinel a écrit, sur les causes de ces hécatombes (alimentation défectueuse, absence d'hygiène, ignorance des principes pastoriens de stérilisation et d'asepsie, contagions multiples, etc.), des pages d'un haut intérêt dont la lecture serre le cœur quand on songe au nombre de vies humaines qu'on eût pu épargner par une hygiène et une diététique meilleures.

Aujourd'hui, l'Hospice des Enfants-Assistés ne mérite plus en aucune façon sa triste réputation de jadis. Grâce aux efforts des professeurs Marfan et Lereboullet, secondés par un personnel d'élite et par une administration compréhensive, le taux de mortalité a été véritablement transformé. Un des facteurs d'amélioration a été l'emploi large du *lait de femme* qui a permis au professeur Marfan de résoudre avec élégance le difficile problème de l'alimentation des hypotrophiques ; 18 *nourrices* sont attachées en permanence à l'établissement ; pour éviter qu'elles ne contractent la syphilis, ces nourrices n'allaitent pas directement les enfants, mais *recueillent*, dans l'intervalle des têtées de leur propre enfant (qu'elles gardent auprès d'elles) *le surplus de leur lait par traite manuelle ou instrumentale* aussi aseptique que possible. Tout en continuant d'allaiter son enfant, une nourrice peut ainsi fournir chaque jour de 600 à 1.000 c.c. de lait, ou même davantage. La « production » journalière totale oscille entre 20 et 25 litres. Très peu de temps après la « traite » le lait, recueilli dans des récipients

(1) *L'épreuve de la ration alimentaire* de Finkelstein consite à donner à un enfant un *régime de réalimentation* qui dans les cas correspondant aux hypothrepsies des 1er et 2e degré, arrête la chute pondérale (*réaction orthodoxe*), tandis qu'en cas d'athrepsie vraie, la réalimentation, non seulement n'empêche plus la dénutrition, mais encore la précipite (*réaction paradoxe*) comme si les aliments non modifiés par une élaboration insuffisante jouaient en pénétrant dans l'organisme le rôle de poisons.

(2) On désigne sous le nom de *métabolisme basal* le coefficient, mesuré par le rapport $\frac{CO^2}{O^2}$ respiratoire, qui exprime le nombre de calories rayonnées par mètre carré de surface d'un individu à l'état de repos.

de verre stérilisés, est donné aux enfants, à la cuiller ou au biberon.

D'autre part, les méthodes d'isolement individuel, la protection contre les infections hospitalières et en particulier le dépistage systématique des « porteurs de germes » diphtériques et leur traitement par les arsenicaux selon le procédé mis au point par le professeur Lereboullet ; l'emploi judicieux des méthodes de traitement les plus récentes [régimes hypersucré, variés, riches en vitamines, emploi de l'insuline, du sulfarsénol, de l'extrait thyroïdien, des rayons ultra-violets, des sérums salés ou glucosés, etc.]; la thérapeutique énergique des infections héréditaires qui menacent la croissance et en particulier de l'hérédo-syphilis ; tous ces moyens ont permis d'obtenir des résultats merveilleux qu'illustreront les chiffres suivants : en 1920, la mortalité des « Nourriceries » aux Enfants Assistés était encore de 50 o/o ; en 1928, elle était tombée à 15 o/o ; en 1930 elle était de 11 o/o, et actuellement, pour 1932, elle n'est plus que de 7 o/o. L'athrepsie, jadis si commune dans cet hospice où Parrot l'avait décrite, a aujourd'hui pratiquement disparu ; l'on n'y observe plus que les cas venus du dehors.

L'HUITRE, L'OSTREICULTURE

LA SALUBRITE DES EXPLOITATIONS OSTREICOLES[1]

par Gustave HINARD

Inspecteur général du Contrôle sanitaire ostréicole de l'Office des Pêches maritimes

Nous avons en France deux sortes d'huîtres : la plate et la portugaise. Je dis : deux sortes, et je devrais dire : deux *espèces*. Car la plate est une huître vraie, une *Ostrea*, tandis que la portugaise n'a droit, les naturalistes en ont ainsi décidé, qu'à la désignation de *gryphée*.

L'huître plate est bien de chez nous. Elle exista de tout temps sur nos côtes et de tout temps aussi fut tenue, tant à l'étranger qu'en France, pour une des meilleures qu'on pût se procurer. Il en existe plusieurs variétés, plus ou moins différentes les unes des autres selon l'origine ou le mode d'élevage, mais appartenant toutes au genre *Ostrea edulis*.

On trouve l'huître plate en d'autres pays. Elle est même assez répandue dans le monde, tant dans le nouveau que dans l'ancien, et nulle part elle n'est méprisée, bien au contraire.

Quant à la portugaise, c'est chez nous, comme son nom l'indique, une immigrée. Venue, dit-on, des Indes Orientales au Portugal — venue... ou plutôt apportée fortuitement — elle fut introduite de ce pays en France vers le milieu du siècle dernier. Si bien s'y trouva-t-elle, après un certain délai d'acclimatation, qu'elle se répandit indiscrètement sur nos côtes du Sud-Ouest et de l'Ouest, depuis l'embouchure de l'Adour jusqu'à celle de la Loire ou presque, en y comprenant le Bassin d'Arcachon et les rivages orientaux des îles (1).

Les bancs d'huîtres plates, au contraire, jadis très nombreux et prospères sur nos côtes de la Manche et de l'Océan Atlantique, se sont graduellement appauvris. Beaucoup d'entre eux ont même complètement disparu.

Quelles causes invoquer ? La principale, sans doute, fut la pêche inconsidérée, ou, pour mieux dire, considérée seulement pour son profit immédiat, sous l'aiguillon d'une demande croissante au fur et à mesure que les relations entre la côte et les villes éloignées de l'intérieur devenaient plus aisées. On y a mis ordre, mais trop tard.

Il faut tenir compte, en second lieu, de circonstances naturelles défavorables, quelquefois calamiteuses, comme nous l'avons vu pour la dernière fois il y a une dizaine d'années. Et je rappellerai à ce propos ce que M. Le Danois nous disait ici même, il y a 15 jours, du rythme des *transgressions océaniques*, précieuse clef de maintes énigmes marines.

Dans certains cas aussi on a pu incriminer, avec raison, la *concurrence vitale* faite par la

(1) Conférence faite à l'Institut Océanographique, le 17 décembre 1932.

(1) On a pensé pendant assez longtemps que la portugaise ne dépasserait pas le Havre du Payré, au sud des Sables d'Olonne, où elle semblait en effet s'être définitivement arrêtée. Mais mon collègue à l'Office des Pêches maritimes, M. Lambert, a constaté récemment que cette opinion devait être révisée.

portugaise à l'huître plate, en quoi celle-ci est ordinairement vaincue.

***

Il y a des maux qui valent un bien.

C'est au dépeuplement de nos banes huîtriers que nous devons l'*ostréiculture*, née en vérité du besoin de suppléer à l'insuffisance des ressources naturelles.

Elle remonte, en France, aux dernières années du Second Empire. Elle n'a pas tardé à y prendre une place considérable. A l'heure actuelle l'ostréiculture s'exerce dans plus de 25.000 parcs, couvrant une superficie totale de 6.000 hectares sur domaine public maritime ou sur propriété privée. Des milliers de personnes y sont occupées, d'une façon permanente ou intermittente. Bref, c'est une source abondante de profits pour nos populations maritimes, et aussi pour une partie de nos populations territoriales, car il n'y a pas d'industrie sans commerce.

Il faut dstinguer en ostréiculture trois phases bien tranchées, qui sont :

1° La récolte du naissain ;

2° L'élevage, appelé aussi demi-élevage ;

3° L'affinage ou engraissement.

***

Le *naissain*, le frai d'huître, est émis de façon un peu différente s'il s'agit de l'huître plate ou de la portugaise.

Chez la première, la fécondation des œufs

Fig. 1. — Assemblage et chaulage des tuiles « en champignons » à Locmariaquer.
(Cliché M. Boury).

s'accomplit dans un repli de la membrane qui enveloppe le corps du mollusque et qui porte le nom de *manteau*. Les larves qui en résultent demeurent dans le giron maternel, dans la coquille, jusqu'à ce qu'elles soient assez vigoureuses pour s'en aller « vivre leur vie », jusqu'à ce qu'elles soient pourvues d'un organe de natation : le *voile*, ou couronne de cils vibra-

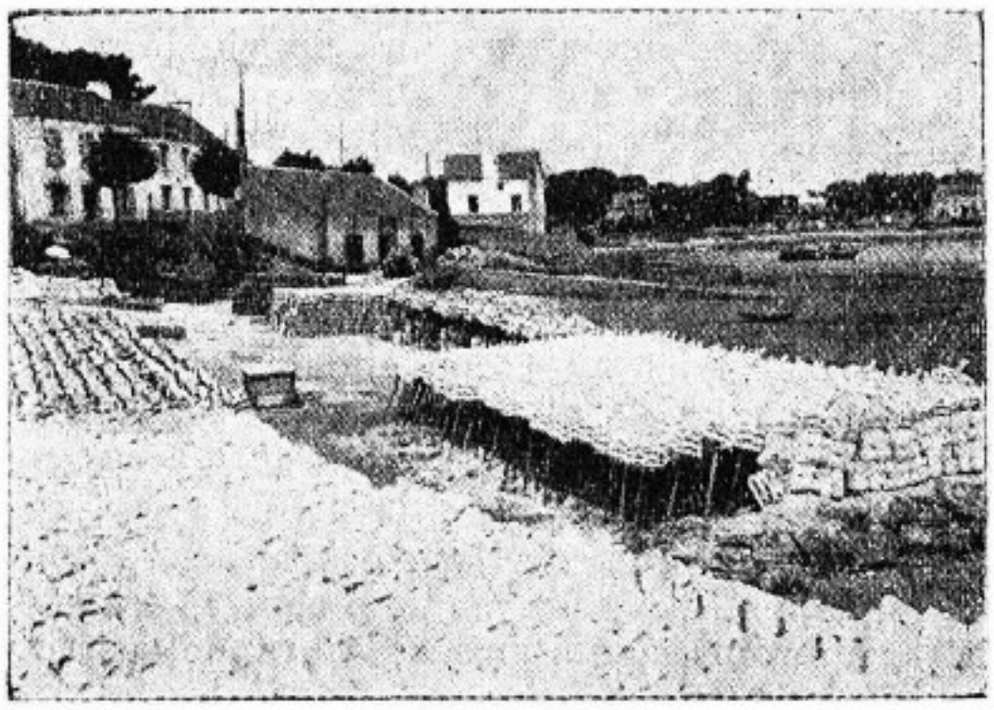


Fig. 2. — Tuiles chaulées, prêtes à être transportées sur les parcs à Naissin en rivière d'Auray.
(Cliché M. Boury).

tiles qui leur permet, non pas de lutter contre des courants, mais au moins de se diriger, dans le plan horizontal et dans le plan vertical.

L'huître *laiteuse* est celle qui a pondu ses œufs ; l'huître *ardoisée*, celle où les larves écloses, d'ailleurs microscopiques, légèrement colorées en gris-brun, s'ébattent dans l'eau de la coquille.

La portugaise, qu'on dit volontiers plus « rustique » que l'huître plate, n'a pas tant de soins pour sa progéniture. Elle évacue ses œufs quand ils sont mûrs. C'est dans l'eau qu'ils sont fécondés et que les larves prennent naissance.

Qu'elle soit d'huître vraie ou de gryphée, la larve jouit pendant quelque temps d'une liberté complète, au sein des eaux. Liberté périlleuse, du reste : car à ce moment elle fait partie du plancton, lequel, je ne vous l'apprends pas, est un élément essentiel de nourriture pour la faune marine. Et dans cette faune il faut inclure les huîtres mêmes qui, par conséquent, se repaissent... Jetons un voile sur ces abominations familiales.

M. Dantan a évalué que dans nos contrées l'huître plate émet 100.000 larves la première année de son existence, 200 à 300.000 la troisième année, un million la troisième, et ce nombre est sans doute augmenté dans la suite.

La portugaise est encore plus prolifique, on le sait par expérience ; mais je n'ai pas de nombre à vous citer. Pour l'huître de Virginie, qui lui ressemble beaucoup et qui se reproduit comme elle, M. Galtsoff indique de 16 à 60 millions de larves par saison de frai. Ce n'est qu'un ordre de grandeur.

Naturellement il y a du déchet, un énorme déchet. On estime que sur un million de ces animalcules, quelques unités seulement subsistent et parviennent à se fixer.

Se fixer, qu'est-ce à dire ?

Au bout de quelques jours de vie libre, de vie pélagique, la larve d'huître ayant alors atteint 2 à 3 dixièmes de millimètre, sa petite coquille s'étant formée, voit sa couronne ciliaire s'atrophier. Mauvais signe : cela signifie, en effet, que le temps de folâtrer est révolu, qu'il faut bien vite — question de vie ou de mort — se trouver un support convenable, où l'huître passera le reste de sa morne existence, si Dieu lui prête vie et si l'homme n'en décide pas autrement.

Le premier objet de l'ostréiculture sera donc de fournir au naissain, pour le capter, des supports appropriés, nombreux, à grande surface, des *collecteurs*.

On pourrait dire que tous les matériaux y sont bons, car on trouve des huîtres fixées sur les corps les plus hétéroclites, même des métaux. Mais l'expérience a fait connaître que certains matériaux, certains dispositifs sont préférables, assurent un meilleur rendement suivant les régions, la nature des fonds, etc.

Parmi les collecteurs les plus usités, je vous citerai les coquilles, particulièrement les coquilles d'huîtres réunies en *chapelets*, les piquets de bois, les plaques d'ardoise ou même de matériaux artificiels, comme le fibro-ciment, etc... Dans nos deux plus grands centres de production huîtrière, le Morbihan et le Bassin d'Arcachon, on emploie presque exclusivement la *tuile*, enduite soit de chaux seule, soit d'un mortier de sable et de chaux ; excellent collecteur, d'usage déjà ancien, et qu'aucun autre, pour des raisons techniques dont l'exposé ne saurait trouver place ici, n'a jusqu'à présent réussi à détrôner.

Dans le premier de ces deux centres, les tuiles sont assemblées par 12 en *bouquets* ou *champignons*, attachés au sommet de pieux qu'on enfonce dans la vase. A Arcachon, elles sont empilées méthodiquement dans de grandes *cages* ou *ruches*, posées sur le sol.

La température joue un très grand rôle dans l'éclosion des œufs, dans l'émission et dans l'évolution des larves. Il résulte d'observations nombreuses et concordantes, faites depuis plusieurs années par l'Office des Pêches maritimes, qu'une température de 15°C. au moins est nécessaire à l'émission des larves, qu'au-dessous de 13° elles périssent (et cela en quelques heures), que l'eau doit être à 18° au moins pour qu'elles arrivent au stade de fixation. Ces conditions, vous le pensez bien, ne sont pas toujours remplies avec la ponctualité qu'il y faudrait. D'autres causes agissent certainement sur le développement des larves, mais elles n'ont pas encore été bien dégagées.

Si la récolte est bonne et si on laisse les jeunes huîtres grossir sur les collecteurs, elles ne tardent pas à se gêner réciproquement. Elles prennent alors des formes irrégulières, déplaisantes, parfois bizarres, comme le cas est fréquent sur les bancs naturels.

Il y a donc avantage à détacher assez tôt le naissain, à le *détroquer* (c'est le vocable technique) pour le mettre en parcs. Dans le Morbihan et dans le Bassin d'Arcachon, le naissain récolté en été — juillet surtout — est détroqué au début du printemps suivant. Il mesure alors (le naissain de plate) 2 à 3 cm.; il en faut de 1.000 à 1.200 pour faire un kilogramme, y compris les parcelles d'enduit de chaux adhérentes. Le naissain de portugaise grossit plus vite. Du reste, cela dépend de plusieurs circonstances, dont, à nouveau, la température de l'eau.

Dans le double but de fournir aux larves d'huîtres évoluées une surface de fixation toujours propre (condition importante d'une bonne récolte) et d'éviter le détroquage en donnant à chaque petite huître son support individuel, un de nos compatriotes, M. Brard, vient de mettre au point un type tout nouveau de collecteur, dit à *désagrégation superficielle*, qui mérite une mention ici.

C'est un bloc parallélépipédique, un agglomérat de matériaux inertes (gravier, brique ou autres), en petits fragments noyés dans un liant calcaire qui peut se déliter dans l'eau avec une vitesse approximativement déterminée : 6 à 8 semaines, par exemple. Chacun des fragments représente un support. La désagrégation lente du liant entraîne leur chute et le renouvellement de la surface. Cet ingénieux procédé n'en est qu'au début des expériences pratiques. Les résultats obtenus cette année-ci dans le Bassin d'Arcachon permettent cependant de présumer qu'il représentera un progrès intéressant dans la technique ostréicole.

***

L'*élevage*, ou demi-élevage, est en substance tout ce qu'il y a de simple. On met les jeunes huîtres en parc et on les y laisse *pousser* jusqu'à ce qu'elles aient atteint la taille requise pour la vente. La nature pourvoit à tout.

Il faut tout de même choisir judicieusement son terrain (dans un lieu abrité, où l'eau soit d'une salure convenable et se renouvelle bien), le préparer ou l'amender (ce qui est souvent très pénible), l'entretenir, y semer les huîtres selon une densité variable et que l'expérience seule peut faire connaître, lutter (quand on le peut) contre les animaux parasites et prédateurs : crabes, étoiles de mer, bigorneaux per-

eeurs, divers poissons plats, etc., bref, soigner ses élèves avec une constante sollicitude, quelquefois même les ramener au bercail, non pas qu'elles aient des lubies de vagabondage, mais il arrive que la mer les emporte.

En certains lieux se pratique l'élevage en *caisses* ou casiers grillagés posés à une certaine distance du sol.

Bornons-nous, faute de temps, à effleurer cet

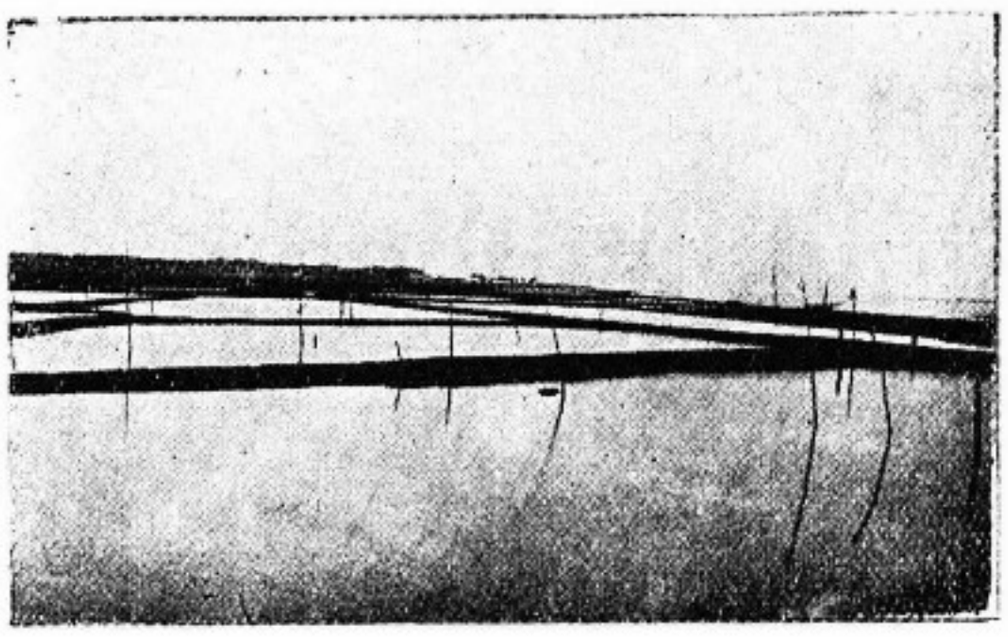


Fig. 3. — Groupes de claires marennaises.
(Cliché H. Chaux-Thévenin).

ordre de questions, qui pourtant compte beaucoup en ostréiculture, et venons-en à la phase suivante, à l'affinage.

*
* *

Une huître bien élevée, si je puis dire, et de belle taille, une huître de 3 ans, par exemple, est chose très délectable, dont bien des gourmands s'accommodent, à tel point même qu'ils en redemandent.

Cependant, on peut lui donner plus de prix encore, un plus bel aspect, une saveur plus fine, l'*affiner* en un mot, par l'*engraissement*. Ne vous récriez pas : il n'y a rien là de factice ni de malpropre.

On a bien prétendu, je le sais, que pour obtenir des huîtres très grasses, le procédé consiste à les abreuver d'eau d'égoût ou, à défaut, d'eau de vaisselle. Ce sont là contes pour les marmots. Il est vrai que l'huître, la pauvre! avale ce qui s'offre à elle, l'eau sale si c'est de l'eau sale qui vient, et tâche d'en faire son profit. Encore ne faudrait-il pas exagérer : elle en crèverait. Et ce que je tiens à vous dire avec force, avec la force de la vérité, c'est que *l'engraissement de l'huître est un phénomène biologique normal, indépendant de la souillure des eaux*.

Au fait, de quoi l'huître se nourrit-elle ?

Dans la première conférence de cet hiver, en cette salle, M. le professeur Joubin vous a rappelé, ou appris, que l'eau de mer n'est pas seulement de l'eau salée, une solution de sels minéraux très variés, mais qu'elle contient aussi des matières organiques nutritives, des albumines en particulier, à quoi est due l'écume persistante des vagues.

Voilà pour nos huîtres une première source de nourriture. Source importante assurément, malgré l'extrême dilution de la matière organique dans l'eau. Car des expériences déjà anciennes, dues à Vialannes, ont montré que l'huître plate adulte *filtre*, fait passer dans son tube digestif un litre d'eau par heure, en moyenne ; la portugaise, 5 à 6 fois plus.

Un autre élément de nourriture est le plancton, l'ensemble des corpuscules végétaux et animaux qui flottent dans l'eau. L'huître y puise aussi largement, disons autant qu'elle peut. Fait-elle un choix ? Il serait hardi de répondre. Peut-être oui, peut-être non. Toujours est-il que grâce aux *palpes labiaux*, munis de cils, qui défendent l'entrée de son tube digestif, qu'on nomme sa *bouche*, elle peut écarter les particules dont la dimension excessive créerait un péril d'obstruction ou de blessure.

La quantité de plancton comestible est naturellement très variable selon les eaux, les saisons, etc. Dans l'Escaut oriental, où sont situés les fertiles parcs à huîtres de la Zélande, M. Heymann a trouvé 5 à 10 mgr. au litre de plancton ingestible par l'huître. Ingestible, mais de très faible digestibilité, quelques centièmes seulement étant réellement assimilables. La nutrition de l'huître est donc très lente, très laborieuse ; on conçoit qu'elle s'y consacre exclusivement.

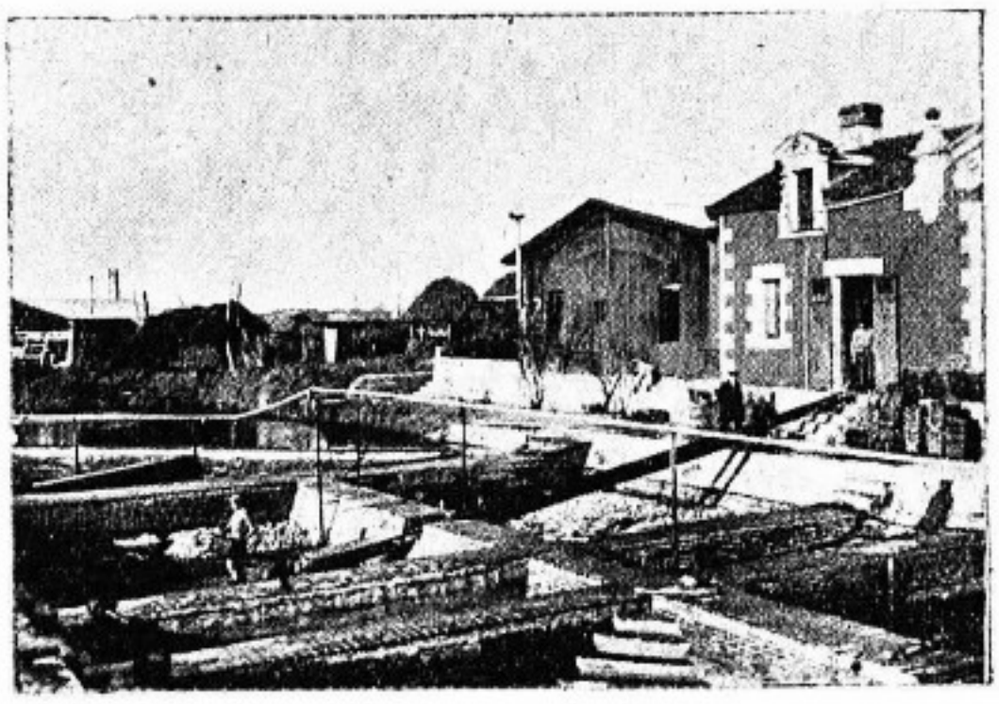


Fig. 4. — Etablissements d'expédition, à la Tremblade région de Marennes ; les dégorgeoirs.
(Cliché H. Chaux-Thévenin).

Variable en quantité, le plancton l'est aussi en qualité. Pour autant qu'on puisse être affirmatif en telle matière et dans l'état actuel de la

science, c'est surtout aux infimes débris de plantes marines supérieures et à des algues microscopiques, aux *diatomées*, que l'huître demande la satisfaction de ses besoins alimentaires. Il semble ressortir d'observations faites par le biologiste anglais Savage que les débris végétaux contribueraient surtout à la croissance du mollusque, les diatomées à son engraissement. Cette conclusion provisoire demande confirmation.

Et maintenant, qu'est-ce que l'engraissement ?

C'est un gavage, très analogue à celui que pour le culte de notre gourmandise on inflige aux oies. Une huître grasse est une huître qui a le foie gras, gonflé d'une substance de réserve qui d'ailleurs n'est pas de la graisse, mais un hydrate de carbone, le glycogène. Dans le cas de l'huître, au surplus, le gavage, si rien ne permet de le croire volontaire, est du moins spontané.

Je ne vous ferai pas une révélation en vous disant que les deux centres français les plus renommés pour l'engraissement de l'huître sont ceux de Marennes (en Charente-Inférieure) et de Bélon (dans le Finistère). Ailleurs aussi, en France, on fait des huîtres grasses. Il faut cependant observer qu'en général l'huître engraisse peu là où elle pousse activement. D'où l'obligation de la transférer en d'autres parcs, voire en d'autres régions, si l'on veut l'amener en cet état que de plus en plus apprécient et réclament les connaisseurs.

Et me voici amené à vous dire quelques mots de la culture en *claires*, dans laquelle la région de Marennes s'est depuis longtemps spécialisée.

Les claires marennaises sont des marais, pour beaucoup d'anciens marais salants, où l'eau se renouvelle aux grandes marées. Cette eau, de salure atténuée, apporte une vase riche en éléments planctoniques, notamment en diatomées, qui se déposent sur le fond (d'où il s'ensuit que l'eau devient claire) et qui même y prolifèrent. Les huîtres peuvent donc s'y gaver copieusement en aspirant l'eau qui touche le fond, à la condition, toutefois, de ne pas être trop nombreuses à se partager la provende. Si l'on veut obtenir de très belles huîtres, ce qui se fait de mieux dans le genre, on les sème dans les claires à raison de *trois au mètre carré*. Vous imaginerez aisément quelles étendues d'eau cela exige. De fait, la superficie totale des claires marennaises est évaluée à 1.200 ha. au moins.

On trouve des claires du même type sur quelques autres points de nos côtes, mais nulle part elles n'ont cette importance.

Dans les claires de Marennes encore — et ceci ne leur est pas exclusif, mais très spécial — l'huître acquiert un caractère singulier : elle *verdit*.

Cette verdeur ou, pour parler plus doctement, cette viridité est comme la prétendue graisse le résultat d'un phénomène tout à fait naturel. La cause en est une diatomée, *Navicula ostrearia*, pigmentée de bleu à ses extrémités. Le pigment, que Berthelot et Muntz dénommèrent *marennine*, est absorbé par l'huître, qui le localise dans ses *branchies*. Celles-ci prennent une coloration qui, selon les cas, va du vert clair au bleu-vert sombre.

Comme tout phénomène biologique, le verdissement est sous l'influence de multiples facteurs. Jusqu'à présent, ils n'ont pas été clairement dégagés. C'est un grand souci des parqueurs, que de savoir si leurs claires — et les huîtres qu'ils y ont mises — verdiront en temps voulu, c'est-à-dire dès le premier mois en r, quand les citadins ont accoutumé de rappeler sur leurs tables ce délicieux bivalve, ainsi qu'aime à l'appeler M. Prosper Montagné. On observe même à ce propos (à propos du verdissement) des singularités déconcertantes.

*
* *

L'ostréiculture, telle que je viens de vous en donner un bref aperçu, n'eut donc pas seulement pour effet d'accroître, ou tout au moins de rétablir, la production huîtrière : elle aboutit aussi à une grande amélioration des produits, tant au point de vue de leur forme extérieure que de leur aspect intérieur et de leurs qualités gustatives. Cela est surtout saisissant pour la portugaise, dont la *culture* a pris depuis quelque temps une extension énorme. Il y a entre la portugaise sauvage, qui mérite si bien son qualificatif d'anguleuse (*Gryphæa angulata*) et la portugaise cultivée, principalement la portugaise de claire, une telle différence qu'on croirait avoir affaire à deux espèces, plutôt qu'au même coquillage modifié.

L'élevage de l'huître comporte une suite d'opérations plus ou moins dispendieuses et de grosses pertes par mortalité. Ainsi nos parqueurs morbihannais admettent une perte de 60 o/o environ depuis la mise en parcs des jeunes huîtres jusqu'à ce qu'elles aient atteint l'âge de trois ans.

Je m'abstiendrai de commentaires, pour ne pas vous donner à croire que je pousse à la hausse des prix...

*
* *

Nous avons ainsi amené l'huître à son maximum de valeur. Est-elle prête maintenant à se présenter avec honneur sur une table ?

Pas encore. Car il ne suffit pas qu'elle soit bien faite, bien en chair, grasse à point, savoureuse en sortant du parc... Il faut aussi qu'elle nous soit servie bien fraîche, c'est-à-dire *vi-*

vante, pleine d'eau, et d'une eau limpide, buvable, exempte de vase ou d'autres impuretés visibles. Pour cela, elle doit subir une dernière préparation.

En substance, les *établissements d'expédition* sont des bassins, ordinairement maçonnés, remplis par submersion, ou par un jeu de vannes, ou par pompage, d'une eau de mer aussi limpide que possible. Fréquemment aujourd'hui leur alimentation se fait par l'intermédiaire de *réserves*, où une décantation plus ou moins prolongée clarifie l'eau.

Dans ces bassins, l'huître dégorge ses impuretés : de là le nom de *dégorgeoirs* qu'on leur

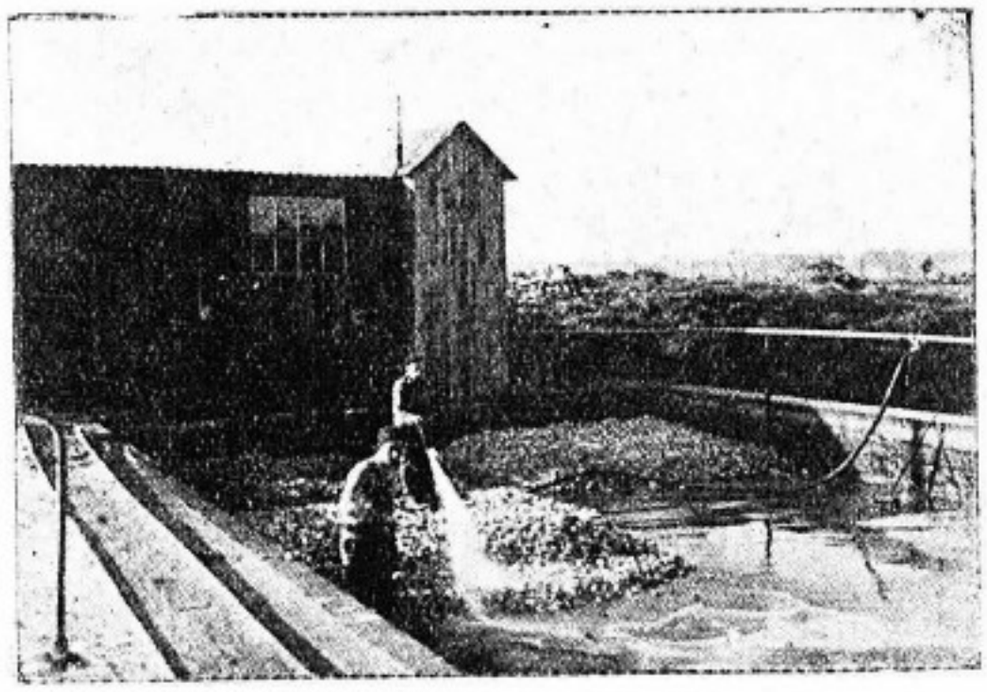


Fig. 5. — Lavage des huîtres à la lance, dans un dégorgeoir marennais.
(Cliché H. Chaux-Thévenin).

donne à Marennes et en d'autres lieux. L'eau chargée du produit de ce dégorgement, de cette défécation, car c'en est une, est évacuée ; on vide le bassin, on le lave, puis on le remplit de nouveau, et ainsi de suite.

Finalement on doit obtenir des huîtres parfaitement propres. C'est le cas habituel, en quelques jours. Mais il intervient ici un facteur physiologique sur lequel je dois attirer votre attention.

Les *branchies* de l'huître, au nombre de quatre, en forme de lamelles finement plissées qui font ranger ce mollusque parmi les *lamellibranches*, sont essentiellement des organes de respiration. Elles ont pourtant un autre rôle. Grâce à une infinité de cils microscopiques dont elles sont recouvertes, elles créent dans la coquille un courant d'eau qui se dirige vers la bouche et lui porte la nourriture. Quand l'huître fonctionne bien, l'eau circule abondamment, se renouvelle dans la coquille et dans le corps de l'animal.

Mais si la température décroît, l'*activité fonctionnelle* diminue. M. Galtsoff, déjà cité, a établi que pour l'huître de Virginie cette activité est maximum vers 25°C.; qu'à 8° le mouvement des cils branchiaux se ralentit au point qu'il ne peut plus entretenir de courant, et qu'à 5° l'animal devient tout à fait inerte, léthargique.

Vous comprenez alors que le dégorgement ne peut pas être une opération mathématiquement réglée, qu'à certains moments il devient même tout à fait impossible.

Un autre point est à considérer.

La première fois qu'on vide le dégorgeoir, on voit toutes les huîtres *cracher*, surtout si elles viennent de parcs, comme les claires, où elles étaient toujours couvertes d'eau. Laisse-t-on un certain intervalle entre le vidage et le remplissage ? Les voilà elles-mêmes partiellement vidées. Or, cela leur est déplaisant. Aussi, malgré leur sottise légendaire, quand on leur a joué plusieurs fois ce mauvais tour, elles ne s'y laissent plus prendre, elles restent closes et gardent jalousement leur eau. On dit alors qu'elles sont *éduquées*. Elles sont devenues aptes à prendre le train, ou l'auto-camion, voire l'avion pour se transporter à longue distance et attendre ensuite, sans perdre leur bonne condition gastronomique, le moment d'être sacrifiées.

Dans certaines régions, comme la région arcachonnaise, les bassins, au lieu d'être maçon-

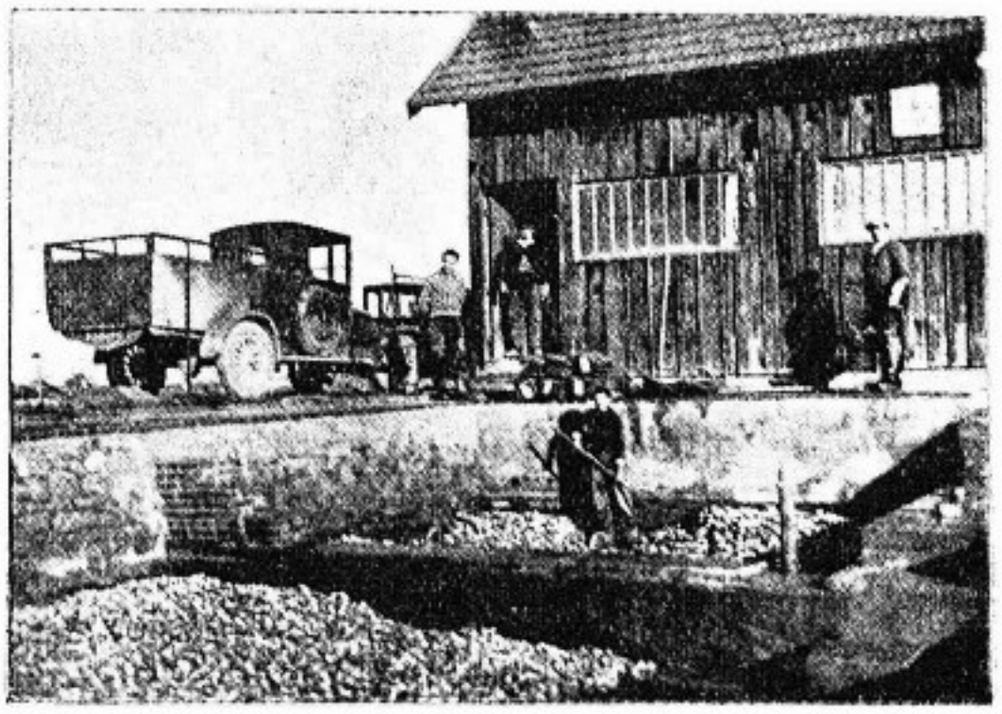


Fig. 6. — Travail des huîtres dans les dégorgeoirs.
(Cliché H. Chaux-Thévenin).

nés, sont tout simplement creusés dans l'argile. On n'y dépose pas les huîtres sur le sol, mais dans des casiers grillagés, à mi-hauteur d'eau. L'éducation ou, comme on dit encore, le *trompage* se fait en tirant les casiers hors de l'eau, sur une plate-forme, en laissant les huîtres au sec, ou encore en vidant le bassin.

Les établissements d'expédition comportent en outre un lavoir pour le nettoyage final extérieur des coquilles, un magasin de triage et d'emballage, souvent des dépendances... Je n'ai pas le temps de m'arrêter à ces détails, quoique leur importance technique soit bien loin d'être négligeable.

*
* *

Quand elle se présente au consommateur, l'huître, ai-je dit, doit être fraîche et vivante.

Elle doit être fermée ou, si elle baye légèrement, se fermer sans hésitation dès qu'on tente d'introduire une lame entre ses valves. C'est qu'alors le *muscle adducteur* a rempli son office, qui est précisément d'appliquer la valve plate sur la valve creuse. Si vous ouvrez vous-mêmes vos huîtres, vous savez avec quelle force le contact peut être assuré.

Vous apporte-t-on l'huître déjà ouverte, écaillée ? Vous pouvez reconnaître encore si elle est en vie. Il suffit pour cela de toucher légèrement le bord du manteau, garni de *papilles sensitives* : la membrane doit immédiatement se rétracter. Je vous préviens que cette réaction n'est pas d'une extrême impétuosité ; mais avec un peu d'attention et d'habitude on la saisit très bien.

D'ailleurs, une huître qui ne réagit plus, une huître morte n'est pas nécessairement corrompue et toxique ; mais elle est à tout le moins *suspecte*. Il vaut mieux la donner au chat, s'il en veut.

Les commerçants sérieux évitent de servir à leurs clients les huîtres dites *cloquantes*, qui sonnent le creux : elles ont perdu leur eau et si elles ne sont pas mortes, sont vraisemblablement agonisantes, bonnes pour les chats.

*
* *

Me voici arrivé enfin à la dernière partie de mon sujet : *la salubrité des exploitations ostréicoles et des huîtres qui en proviennent.*

L'eau de mer, l'eau du large, n'est pas stérile, bactériologiquement pure. Mais il est reconnu qu'elle ne contient pas de microbes pathogènes à l'homme, en particulier ni le redoutable bacille d'Eberth, agent de la fièvre typhoïde, ni ses cousins paratyphiques, lesquels ne valent pas mieux que lui.

L'huître prise en mer, loin du rivage, est donc parfaitement saine, inoffensive, incapable de provoquer un accident infectieux.

Malheureusement, tous les gisements huîtriers ne se trouvent pas dans cette condition idéale. D'autre part, pour diverses raisons techniques : facilité d'accès, abri contre les gros temps, atténuation de salure, favorable au développement de l'huître, etc., les parcs d'élevage ou d'affinage sont très souvent situés dans des estuaires, dans des criques, où des eaux souillées venant de l'intérieur peuvent les atteindre.

L'huître *saine en soi*, mais qui sera parquée dans des endroits exposés à souillures, pourra devenir le véhicule indifférent, mais dangereux des germes microbiens que j'ai cités.

Pour des raisons de commodité commerciale, les établissements d'expédition sont généralement installés à proximité d'agglomérations urbaines plus ou moins importantes, qui déversent à la mer ou à la rivière leurs eaux usées, pour ne pas dire plus. Et l'on ne saurait compter sur le dégorgement tel qu'il se pratique d'ordinaire, même dans les meilleures conditions d'alimentation en eau, pour rendre certainement inoffensives des huîtres qui viendraient de parcs fortement contaminés. Au surplus, je dois dire que le dégorgement, tout à fait recommandable, n'est cependant pas obligatoire.

On devait songer, on a songé à réaliser la purification absolue des huîtres par des moyens artificiels, qui reviennent en définitive à la purification de l'eau. Plusieurs procédés furent préconisés, en France et ailleurs, à cet effet : filtration sur sable, suraération, javellisation ou chloration. Je ne puis, à mon grand regret, que les citer. Aucun d'eux ne s'est généralisé. Ils entraînent à des installations coûteuses, peu compatibles avec les exigences d'un commerce essentiellement irrégulier. Ils nécessitent un contrôle sévère. Enfin, les variations de l'activité fonctionnelle de l'huître — j'y reviens — apportent dans les résultats, en pratique courante, un élément d'incertitude qu'on ne saurait évincer qu'au prix de dispositifs impraticables, j'entends sur une grande échelle.

Il fallait aborder le problème autrement. On y est venu, après beaucoup de temps perdu à la recherche de solutions bâtardes. Il fallait s'attacher à ne produire que des huîtres saines, *salubres*, ou bien, si la chose était pratiquement irréalisable, n'autoriser la vente pour la consommation que des huîtres provenant d'exploitations salubres.

Conception tout à fait conforme à celle qui domine aujourd'hui l'hygiène (alimentation des villes en eau potable, production du lait, etc.) et qui peut se résumer ainsi : produire ou récolter pur, ne recourir aux moyens artificiels de purification que comme complément de garantie, s'il y a lieu, ou comme pis aller, quand on ne peut faire autrement.

Nous quitterons ici le domaine technique pour une incursion dans le domaine administratif. Je m'efforcerai d'être bref. Et d'abord, je sauterai l'historique de la question, quoiqu'il ne manque pas d'intérêt, soyez en sûrs.

Je ne peux toutefois omettre de vous dire que c'est à l'initiative privée, à un petit groupe de marchands d'huîtres parisiens, conscients de leurs devoirs envers le public et des intérêts supérieurs de leur commerce, qu'est dû l'effort initial en ce sens, le déclenchement d'une organisation qu'en certaines sphères on avait jugée chimérique, les premiers résultats effectifs.

Un nom s'en détache, et je ne citerai que

celui-là, le nom d'un homme qui n'est plus et qui, dans les dernières années de sa vie, consacra à cette œuvre le meilleur de son activité : Emile Prunier, ancien président du Syndicat général de l'Ostréiculture.

Venons-en au temps présent.

Un décret, daté du 31 juillet 1923, régit en France cette question de salubrité.

Son article essentiel est que *les seules huîtres provenant de bancs naturels, parcs ou établissements ostréicoles reconnus salubres peuvent être livrées à la consommation*. Les autres ne peuvent être livrées que pour le reparcage, et le décret stipule qu'avant de passer à la consommation, elles doivent faire un stage d'un mois au moins dans un établissement salubre.

La reconnaissance — ou la non reconnaissance — de salubrité découle, pour chaque établissement, d'une enquête topographique et bactériologique effectuée, en vertu d'une délégation permanente du Ministre de la Marine marchande, par l'*Office scientifique et technique des Pêches maritimes*.

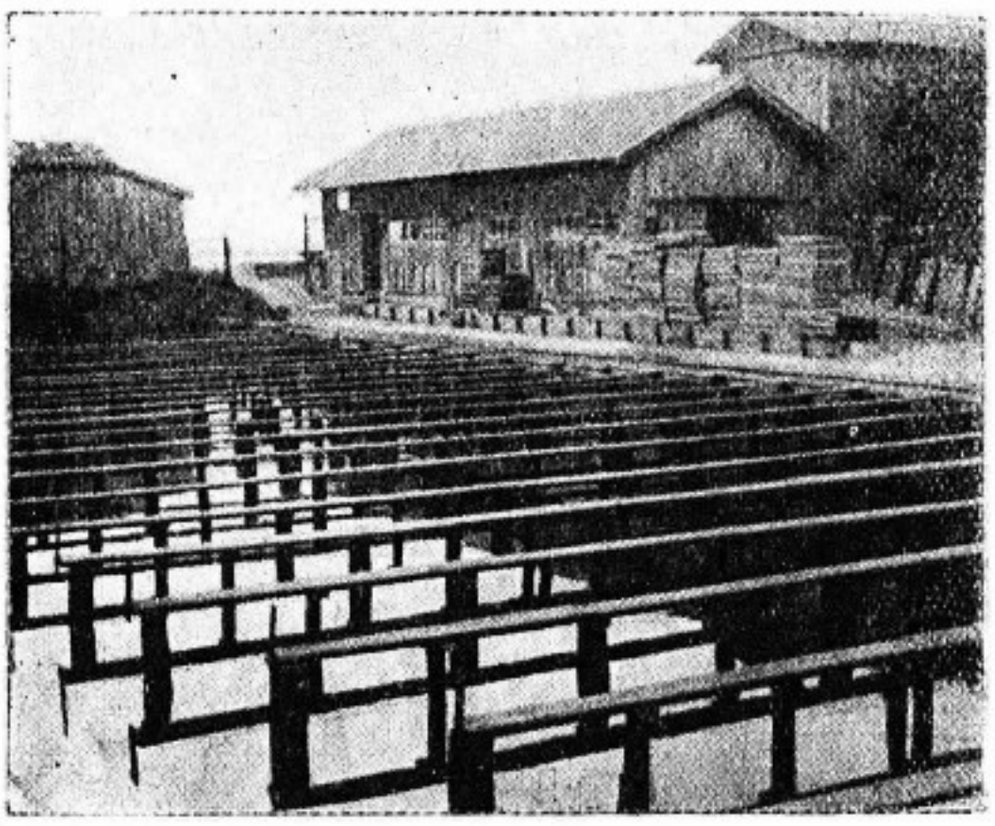


Fig. 7. — Bassin d'expédition arcachonnais.
(Cliché L. Lambert).

Si le résultat de l'enquête est favorable, l'établissement est inscrit, par arrêté ministériel, sur une liste de salubrité. Il reçoit, par les soins de l'Office des Pêches, un certificat, dont un duplicata, ou une étiquette spéciale en tenant lieu (pièces délivrées par le même Office) doit obligatoirement accompagner *tout colis* d'huîtres expédié d'un lieu de production pour la vente au consommateur.

Dans le cas contraire, si l'enquête a fait ressortir des causes d'insalubrité, l'inscription sur la liste est refusée ou différée jusqu'à ce que l'ostréiculteur ait fait dans son établissement des travaux de protection ou d'assainissement qui lui sont indiqués par l'Office des Pêches.

Le caractère essentiel du certificat de salubrité est sa précarité. Il est retiré au bénéficiaire si, même pour une raison indépendante de celui-ci, les conditions de salubrité exigibles ne sont plus remplies. Le cas s'est produit quelquefois. Il va de reste que le certificat est restitué, avec la prérogative qui s'y attache, dès que les conditions de salubrité sont rétablies.

Cela implique un contrôle permanent des exploitations ostréicoles, comportant inspections, prélèvements et analyses d'eaux et d'huîtres et pour lequel fut institué à l'Office des Pêches tout un service, avec centres d'inspection et laboratoires à Saint-Servan, Auray, La Rochelle, La Tremblade, Arcachon, Marseille.

Fig. 8. — Etiquette sanitaire.
Le modèle reproduit ci-dessus (à bande diagonale bleue) est délivré aux établissements ostréicoles de 1re catégorie, ou établissements d'expédition. Un autre modèle (à bande diagonale rouge) dit de 2e catégorie, est délivré aux établissements d'élevage qui, s'ils sont reconnus salubres, peuvent également livrer leurs huîtres à la consommation.

Que vos cœurs de contribuables ne s'émeuvent pas à cet énoncé ! Les dépenses du contrôle sanitaire ostréicole ne sont pas supportées par le budget de l'Etat, mais couvertes par la délivrance aux ayants-droit (moyennant 25 centimes pièce) des étiquettes sanitaires dont ils ont besoin pour leur commerce.

Le résultat de cette action continue — et je le dis bien haut, parce qu'il est tout à l'honneur de l'ostréiculture française — c'est un progrès considérable dans les exploitations ostréicoles, plus spécialement dans la construction, l'agencement, l'alimentation en eau, l'entretien des établissements d'expédition.

Le résultat, c'est aussi — et je me réfère en cela aux déclarations de représentants hautement qualifiés du corps médical dans les journaux spéciaux, dans les Congrès d'hygiène, à l'Académie de médecine — c'est la disparition presque totale des accidents infectieux d'origine ostréaire, j'entends des accidents nettement, indiscutablement imputables aux huîtres : car elles ont bon dos, si vous me passez l'expression, et trop souvent, dans les cas de typhoïde isolés, dont la cause est si difficile à découvrir,

elles viennent opportunément offrir le mot d'une énigme indéchiffrable.

Et je puis dire encore que de tels cas ne se verraient absolument plus — pour autant que l'absolu soit compatible avec les entreprises humaines — si quelques individus sans scrupule ne continuaient, çà et là, à faire tremper dans des eaux sales, dans les eaux des ports, par exemple, ou à rafraîchir avec de pareilles eaux les huîtres qu'ils ont reçues salubres, inoffensives, des lieux de production. Contre ces malfaisants, l'action publique est en mouvement et, pour le bien de tous, quoiqu'elle échappe à la juridiction de l'Office des Pêches, nous veillons à ce qu'elle ne se ralentisse pas.

*
* *

Il y aurait maintenant... toute une autre conférence à vous faire sur l'huître considérée comme *aliment*, sur les heureux effets qu'on lui a reconnus dans la diététique des affaiblis, des surmenés, des anémiés, des candidats à la tuberculose. On sait que l'huître, de par son origine marine, contient des éléments minéraux — magnésium, fer, cuivre, zinc, manganèse, iode, phosphore, pour ne citer qu'eux — utiles à notre organisme et que nos autres aliments n'apportent pas toujours en suffisance. On sait — Mme Randoin et d'autres l'ont démontré — qu'elle contient de précieuses vitamines, en particulier que ses protéines, les matières azotées de sa chair sont éminemment digestibles et que d'ailleurs l'huître porte en soi-même des sucs digestifs d'une activité singulière. C'est ce qui explique que, pour nutritive qu'elle soit, elle ne ferme pas l'appétit, mais elle l'ouvre : chose précieuse en bien des cas et qui justifie la coutume de servir des huîtres, quand c'est la saison, au début de tout bon repas.

A propos de cette remarquable digestibilité de l'huître, laissez-moi, pour finir, évoquer le maître des maîtres, le grand professeur de gastronomie théorique et pratique, l'illustre Brillat-Savarin. Voici l'anecdote qu'il conte :

« En 1798, j'étais à Versailles en qualité de commissaire du Directoire, et j'avais des relations assez fréquentes avec le sieur Laperte, greffier au Tribunal du département ; il était grand amateur d'huîtres et se plaignait de n'en avoir jamais mangé à satiété ou, comme il le disait, *tout son soûl*.

« Je résolus de lui procurer cette satisfaction et, à cet effet, je l'invitai à dîner avec moi le lendemain.

« Il vint : je lui tins compagnie jusqu'à la troisième douzaine, après quoi je le laissai aller seul. Il alla ainsi jusqu'à la trente-deuxième, c'est-à-dire pendant plus d'une heure, car l'ouvreuse n'était pas bien habile.

« Cependant j'étais dans l'inaction, et comme c'est à table qu'elle est vraiment pénible, j'arrêtai mon convive au moment où il était le plus en train : « Mon cher, lui dis-je, votre destin « n'est pas de manger aujourd'hui *votre soûl* « d'huîtres ; dînons. » Nous dînâmes, et il se comporta avec la vigueur et la tenue d'un homme qui aurait été à jeun. »

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Un nouveau type de corpuscule : le neutron. — 1. En 1920, au cours d'une *Bakerian lecture*, Lord Rutherford s'exprimait ainsi : « On regarde ordinairement l'atome neutre d'hydrogène comme formé d'un noyau de charge électrique + 1 et d'un électron satellite, mais, dans certaines conditions, il se pourrait que l'électron pût se combiner d'une façon plus intime avec le noyau pour former une sorte de doublet neutre.

Un tel atome aurait des propriétés toutes nouvelles dues à son champ électrique pratiquement nul, sauf à très petite distance; il pourrait en conséquence, passer librement à travers la matière. Ce serait probablement presque impossible de le déceler par un spectre comme de le conserver à l'intérieur d'un vase scellé, et on aurait là un élément précieux pour contribuer à la structure des atomes. »

Ces vues qui ne reposaient, lorsqu'elles ont été formulées, sur aucune donnée expérimentale, se sont trouvées remarquablement confirmées par les recherches qui, au cours de l'année 1932, ont conduit à établir l'existence d'un rayonnement constitué par des projections de corpuscules neutres auxquelles on a donné le nom de *neutrons*.

Dans une étude remarquable (*Revue des Questions scientifiques*, de Bruxelles, 20 janvier 1933) M. Maurice de Broglie expose la genèse de cette découverte et l'état actuel de nos connaissances sur les neutrons. Nous nous proposons d'en résumer ici les points les plus importants.

2. En 1930, Bothe et Becker ont signalé l'existence d'un rayonnement pénétrant provoqué dans certains éléments légers, surtout dans le glucinium, par le choc des rayons alpha émis par du polonium. Ces rayons peuvent provoquer la décharge d'un compteur à pointe de Geiger à travers plusieurs centimètres de plomb et ils sont plus pénétrants que les rayons gamma connus. On obtient des résultats analogues à des degrés divers avec d'autres éléments légers : lithium, glucinium, bore, fluor, sodium, magnésium, aluminium.

Les rayons très pénétrants ainsi produits ont tout d'abord été considérés comme des rayons gamma de très courte

longueur d'onde. Mais les recherches effectuées par divers savants, notamment Irène Curie et Joliot, en étudiant l'ionisation produite par le nouveau rayonnement avec un appareil de Wilson, ont suggéré une conception toute différente. Ces auteurs ont constaté que le rayonnement en question ne produisait pas d'ionisation sensible le long de son trajet comme le font l'électron ou les ions en mouvement rapide, mais qu'il est susceptible de provoquer, ça et là, au sein des gaz traversés, la projection de corpuscules fortement ionisants, comme si les atomes des milieux parcourus pouvaient être dans le cas de rencontres exceptionnelles, lancés avec une grande énergie et transformés en rayons corpusculaires.

Ils ont également reconnu qu'il se produit une augmentation notable de l'ionisation lorsqu'on place une couche mince de substance hydrogénée à l'intérieur de la chambre ou même à l'extérieur, mais de manière à permettre l'entrée de protons rapides à travers une paroi très mince. Ils ont/ont été amenés à conclure que le nouveau rayonnement pouvait communiquer de l'énergie aux atomes légers et les lancer sous forme de noyaux de recul. Dans la chambre de Wilson on voit en effet, apparaître, par la détente, des trajectoires courtes et nourries qui prennent naissance loin de toute traînée d'ions indiquant le passage d'un rayon excitateur.

L'absorption du rayonnement présente des caractères très différents de ceux relatifs aux autres raidations. C'est le nombre des noyaux par unité de volume de l'écran qui joue le rôle principal, tandis que pour les autres rayonnements pénétrants connus, l'absorption augmente avec le nombre atomique.

3. Pour interpréter les résultats précédents, Chadwick a proposé d'admettre, conformément aux vues antérieures de Rutherford, que l'atome de glucinium, désintégré par le choc des particules α, émet des corpuscules neutres de masse sensiblement égale à celle des protons qu'on peut considérer comme formés par la réunion intime d'un proton et d'un électron, ces neutrons étant lancés avec une énergie de quelques millions d'électron-volts.

Le grand pouvoir de pénétration, comme l'absence d'ionisation sensible le long des trajectoires, se trouve ainsi tout naturellement expliqué. Quant à la projection des noyaux de recul, elle résulte d'une interaction, que l'on peut rapprocher d'un choc élastique, entre le neutron et les noyaux des corps traversés.

« Parmi les propriétés les plus remarquables du neutron, écrit M. de Broglie, il faut encore citer sa grande efficacité comme agent de désintégration dans ses chocs avec les atomes qu'il rencontre; ce fait est probablement lié à l'absence de charge électrique sensible à distance, qui permet au projectile de s'approcher des parties sensibles du noyau sans être arrêté par les barrières de potentiel qui les entourent ». Ainsi a-t-on pu désintégrer l'azote et même l'oxygène. Il semble que les particules expulsées soient des particules α ou des protons; dans certains cas, le neutron serait capturé par le noyau résiduel.

4. Nous avons déjà mentionné que la masse du neutron devait être très voisine de celle du proton. Au sujet de sa structure, on ne peut que formuler des hypothèses encore assez vagues.

« Quand on considère l'atome neutre d'hydrogène, écrit à ce propos M. de Broglie avec son électron sur la trajectoire K, qui est la plus voisine du centre, il vient naturellement à l'esprit qu'il pourrait exister une autre position stable de l'électron extra-nucléaire, beaucoup plus rapprochée du noyau et correspondant à une énergie bien plus grande que les quelques électrons-volts de la trajectoire K normale. Le passage de l'électron à cette position plus centrale se ferait avec un dégagement d'énergie qui donnerait une idée de la perte de masse et de la stabilité du nouvel assemblage. On évalue, d'après les données, à la vérité assez maigres, dont on dispose en ce moment, à un ou deux millions d'électron-volts cette énergie de liaison du neutron. Les charges électriques rapprochées, mais non confondues, constitueraient soit un doublet, soit un groupement plus isotrope des masses électriques, tel qu'une charge centrale environnée d'une couche sphérique de signe contraire. Malheureusement les théoriciens n'ont pu, malgré leurs efforts aboutir à une image satisfaisante d'un tel neutron et cet échec souligne l'insuffisance des conceptions actuelles dès qu'on touche à ce domaine du noyau qui reste si rebelle à toute représentation ».

A. Bc.

Électricité

Les étalons de résistance. — A la British Association, réunie à York en septembre 1932, Glazebrook et Hartshorn ont présenté un mémoire sur les étalons de résistance. Ils ont rappelé, en particulier, que ces étalons avaient fait l'objet des travaux de la British Association dès 1861, lors de la session qui se tint, cette année-là, à Manchester (1).

Il s'était agi de se mettre d'accord sur l'unité de résistance la plus commode, puis, l'étalon choisi, de fixer la meilleure substance et la meilleure forme. Après s'être rallié au système C.G.S. de mesure, le Comité adopta, l'ohm, comme étalon pratique de résistance. Un rapport, daté de 1865, faisait connaître les conclusions de la Commission, avec description de la bobine étalon recommandée. Pour la composition du fil, on choisit un alliage à 66 % d'argent et 33 % de platine.

Les bobines initialement construites furent ultérieurement soumises, en 1879 et 1881, à une comparaison méticuleuse, dont le prof. Fleming avait reçu mission. Leurs valeurs relatives avaient changé de façon appréciable depuis leur construction. Par définition, l'unité proposée par Fleming fut la valeur moyenne de la résistance de toutes les bobines sous contrôle.

Les mêmes bobines ne cessèrent pas d'être examinées, et actuellement elles se trouvent encore au National Physical Laboratory. La plupart d'entre elles ont évolué notoirement durant leur longue vie, à l'exception toutefois de deux bobines de platine. Les variations plus appréciables des bobines platine-argent sont d'ailleurs imputées à la circonstance de mesures faites, en maintes occasions, à 0°. Maintenues en effet, au cours de ces dernières années, au voisinage de 16°, ces bobines n'ont plus manifesté désormais que des fluctuations insignifiantes.

S. V.

Spectrographie

La structure des produits naturels. — La structure intime des produits naturels a pu être déchiffrée, dans un certain nombre de cas, par l'application de diverses méthodes physiques (2).

Parmi ces méthodes, la spectrographie au moyen des

(1) « Engineering », 11 novembre 1932.
(2) « Annual Reports », 1931.

rayons X s'est montrée particulièrement efficace. On sait qu'on parvient à déduire les dimensions des cristallicules d'une substance, de la diffraction globale qu'ils font subir aux rayons X. En appliquant la technique à la ramie, on y a trouvé les micelles de cellulose épaisses, en moyenne, de 500 Å, avec une suface totale de 7.10^7 cmq pour un gramme de substance. Une orientation sélective des cristallicules est obtenue par étirage.

Pour le caoutchouc, on a abouti à des résultats du même ordre que pour la ramie, avec des dimensions de cristallicules de 500 et 150 Å. Pour les cheveux, les spectrogrammes révèlent une analogie de constitution avec la kératine. Par étirage du cheveu, son spectrogramme s'altère et rappelle alors celui de la cystine.

Dans les fibres de laine, les dimensions des micelles ont été déterminées par Speakman à partir de mesures de gonflement. La présence d'eau modifie considérablement les propriétés des fibres de laine, déjà très altérées à l'air humide. Dans les alcools méthylique et éthylique, les fibres de laine se comportent comme dans l'eau, tandis que dans les alcools butylique et amylique, elles se comportent comme dans l'air sec. Lorsqu'on passe à l'alcool propylique, on trouve un comportement intermédiaire, ce qui laisse supposer l'intervalle capillaire de la fibre de laine de même dimension que la molécule d'alcool propylique.

Les micelles des fibres de laine ont une épaisseur de l'ordre de 200 Å. L'intervalle qui les sépare, de de 6 Å dans la fibre sèche, passe à 40 Å dans la fibre gonflée par l'eau, la surface totale interne étant de l'ordre de 10^6 cmq. Abandonnée dans l'air sursaturé, la laine absorbe une quantité d'eau qui équivaut à 20,5 % de son poids sec.

Il faut remarquer que l'absorption d'un liquide donné par une fibre de laine, absorption consécutive à un gonflement, est susceptible de favoriser ultérieurement l'absorption d'un second liquide, celui-là non absorbable par la laine seule.

Les fibres de bois ont été examinées de la même manière. Dans leurs micelles, les axes longs s'orientent parallèlement à la longueur de la fibre. Tandis que l'épaisseur micellaire est de 200 Å environ, la distance intermicellaire, de 6 Å environ, est susceptible, par gonflement dans l'eau, de croître jusqu'à 41 Å environ. On présume, par suite, l'ordre du million de centimètres carrés, pour la surface interne d'un gramme de bois.

S. V.

Météorologie

Observations de météores en liaison avec la deuxième expédition antarctique de Byrd. — L'Amiral Byrd, l'explorateur américain bien connu, organise pour 1934 une deuxième campagne d'exploration dans l'antarctique. Un programme des recherches physiques qui doivent être effectuées par les membres de l'expédition a été dressé par M. T.-C. Poulter de « Iowa Wesleyan College » à Mount-Pleasant, Io a. On y trouve notamment des mesures de magnétisme terrestre et des rayons cosmiques, des déterminations de la gravité, des études sismologiques, la détermination de la limite ultra-violette des spectres solaire et lunaire et de la distribution relative de l'intensité spectrale de la lumière solaire dans des conditions variées ainsi que celle des variations dans la composition de l'eau de mer.

Les observations météoriques faites par les membres de l'expédition s'effectueront aussi complètes que possible, chaque quatrième semaine, ainsi qu'à l'époque des essaims. Elles comprendront des observations simultanées, en vue de déterminer les trajectoires réelles, à deux stations distantes de 50 kilomètres. Des comptages des météores à l'aide d'observations continues, durant vingt-quatre heures et dans quatre directions différentes viseront la détermination de la variation diurne. On essayera, d'autre part, de photographier les trajectoires des météores à deux stations distantes de 50 kilomètres. Une dernière partie du programme nécessitera le concours d'observateurs répartis sur tout le globe. Il s'agira de comptages simultanés des météores en autant de stations que possible, largement distribuées en latitude, en vue de la détermination de la variation du nombre des météores avec la latitude de l'observateur. Bien qu'on ne puisse s'attendre à ce que les conditions du temps permettent à tous les observateurs de faire des comptages selon le plan établi, si un nombre suffisant de stations coopèrent, les déterminations ainsi obtenues seront de grande valeur. Dans ces observations, il sera nécessaire que tous les observateurs utilisent les mêmes procédés, afin d'obtenir des résultats comparables.

Pour ce travail, deux types généraux de stations sont à prévoir, les unes pour compter simplement les météores et les autres pour déterminer, en outre, leurs trajectoires effectives dans l'atmosphère. Ces dernières nécessiteront deux observateurs distants de cinquante à soixante kilomètres. Dans toutes ces stations, les observations seront faites à l'aide d'un réticule comportant un cercle de fil de fer d'environ un mètre de diamètre avec un petit œilleton circulaire placé à une distance convenable du cercle de manière à donner un angle solide de 50°.

Le plan des observations ne peut être définitivement déterminé tant que la longitude et la latitude des observateurs n'est pas connue. Cependant le programme de travail comprendra vraisemblablement des séances d'observations coïncidant avec les mesures faites durant la nuit de l'antarctique les 19 et 21 avril 1934, de 12 à 2 h. et les 15 et 16 mai, 11 et 12 juin, 8 et 9 juillet et 5 et 6 août de 1 h. à 4 h. En plus de ces dates, des observations seront faites les nuits des maxima des essaims de météores.

Il est bien entendu que ces observations coopératives ne seront incorporées au programme de la mission Byrd que si un nombre suffisant d'observateurs de météores expriment le désir d'y prendre part. Toutes les personnes qui sont susceptibles de participer à ces observations sont priées de se faire connaître soit à M. Poulter, soit à l'auteur de cette note. Si un nombre suffisant d'observateurs veulent bien coopérer à un tel programme, de sorte qu'un assez grand nombre de stations bien distribuées puissent fonctionner, un programme défini sera donné à chacun d'eux. Tous les imprimés nécessaires seront fournis pour l'enregistrement des observations, ainsi que les indications générales concernant leur technique et la construction, facile d'ailleurs du réticule utilisé pour les mesures.

H. Grouiller,
Astronome à l'Observatoire de Lyon,
membre de la Commission internationale
des étoiles filantes.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

Navires français récents : « l'Aramis ». — La série des bâtiments qui ont été lancés ou achevés dans les chantiers français, au cours de la période la plus récente, met tout particulièrement en valeur la puissance productrice de nos entreprises et le degré de perfectionnement qu'elles sont en état de réaliser. C'est en considérant la qualité de leur production, que l'on saisira toute l'urgence du problème que pose l'arrivée du point culminant de la crise, retardé précisément du fait de la présence sur cale d'un certain nombre de paquebots, dont la construction comporte une durée sensiblement prolongée.

La production française récente comprend des unités répondant aux destinations les plus diverses, notamment

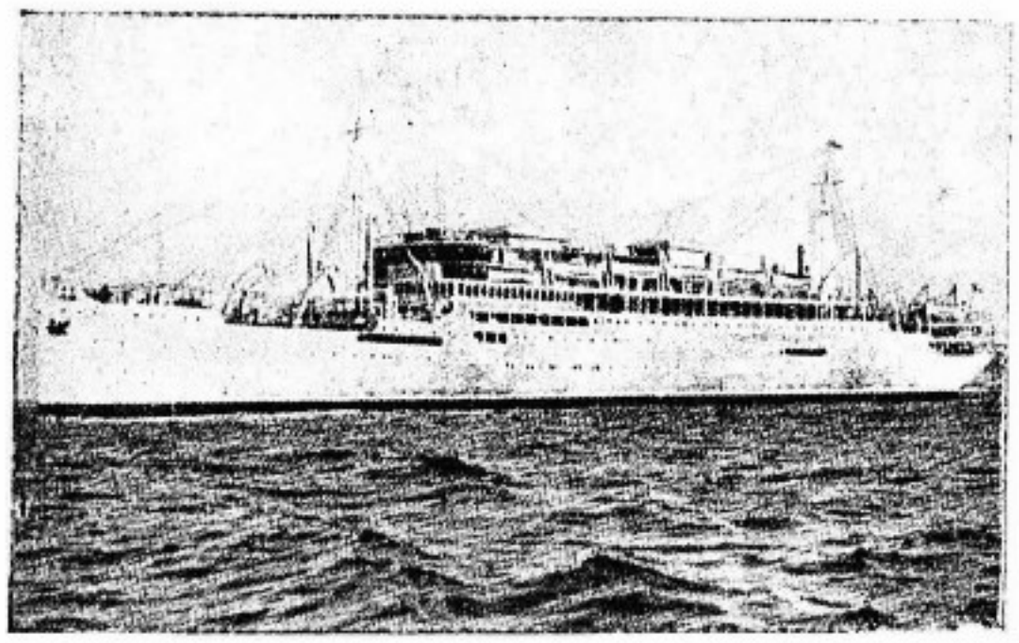


Fig. 1. — L'*Aramis*.

la *Normandie* dont les proportions colossales ne font pas oublier le *Champlain*, mis en service vers le milieu de l'année dernière, paquebot du type dit à classe unique, appelé à connaître une faveur grandement justifiée.

L'une des réalisations les plus remarquables est le grand courrier d'Extrême-Orient *Aramis*, qui a quitté Marseille, le 21 octobre pour entreprendre son premier voyage.

Ce bâtiment dont l'achèvement a été poursuivi très activement, depuis la date de son lancement, le 30 juin 1931, a effectué ses essais à la fin d'août 1932, pour être mis en service avec toute la célérité possible, de façon à remédier au vide laissé par la perte du *Georges-Philippar*. La flotte des « nautonaphtes » de la Compagnie des Messageries Maritimes, comprend donc actuellement cinq unités, auxquelles se joindront, à une date assez proche, deux autres bâtiments, dont le *Maréchal-Joffre*.

L'*Aramis* a été construit aux Foyers et Chantiers de la Méditerranée à La Seyne. Ses caractéristiques générales, ainsi que la disposition d'ensemble de la coque, sont celles du *Félix-Roussel* et du *Georges-Philippar*. La longueur hors tout est de 173 m. et la largeur au fort de 21 m. 20. Le tirant d'eau moyen à pleine charge est de 8 m. 56, correspondant au déplacement de 21 550 tonnes. La jauge brute est d'environ 15 500 tonneaux; le volume net des cales et entreponts à marchandises atteint environ 12 900 mètres cubes et le port en lourd total se chiffre à 9 670 tonnes. La coque est divisée en neuf compartiments par des cloisons étanches.

Le nombre des passagers peut atteindre 1076, soit 8 en cabine de luxe, 183 en première classe, 133 en seconde, 102 en troisième, plus 650 logés en entreponts. L'effectif, officiers, équipage et personnel de service, est de 281 personnes.

L'appareil moteur comprend deux moteurs Sulzer, à deux temps et simple effet, à dix cylindres de 680 mm. d'alésage et 1200 de course; ces moteurs ont été construits à Saint-Denis, aux usines de la Compagnie de Construction mécanique Procédés Sulzer. La puissance de chaque moteur est de 5 800 CV effectifs, à 118 tours par minute. Aux essais de vitesse, on a réalisé la puissance effective moyenne de 12 415 CV., avec une vitesse moyenne, enregistrée sur quatre bases, de 17 nœuds 719. Ce résultat démontre, en outre, du bon fonctionnement de l'appareil moteur, le rendement élevé de la coque et des propulseurs. Au cours de l'essai d'endurance de 24 heures, l'allure moyenne de 16 nœuds 51 a été soutenue, avec une puissance moyenne de 9 290 CV., à 108 tours 75. La consommation de combustible enregistrée était de 172 grammes par cheval-heure, à l'allure de 112 tours.

L'énergie électrique est fournie par cinq groupes de 400 kws chacun; le groupe comprend un moteur Sulzer à 4 temps de 525 CV., actionnant une dynamo de 220 volts (Alsthom).

Les dispositions les plus étudiées ont été prises pour assurer le bien-être et le confort des passagers, au cours d'une traversée assez longue. Comme sur les autres unités des Messageries, la décoration, qui répond aux mêmes vues directrices, vient donner à l'aménagement une physionomie d'art très originale. Pour l'*Aramis*, on a re-

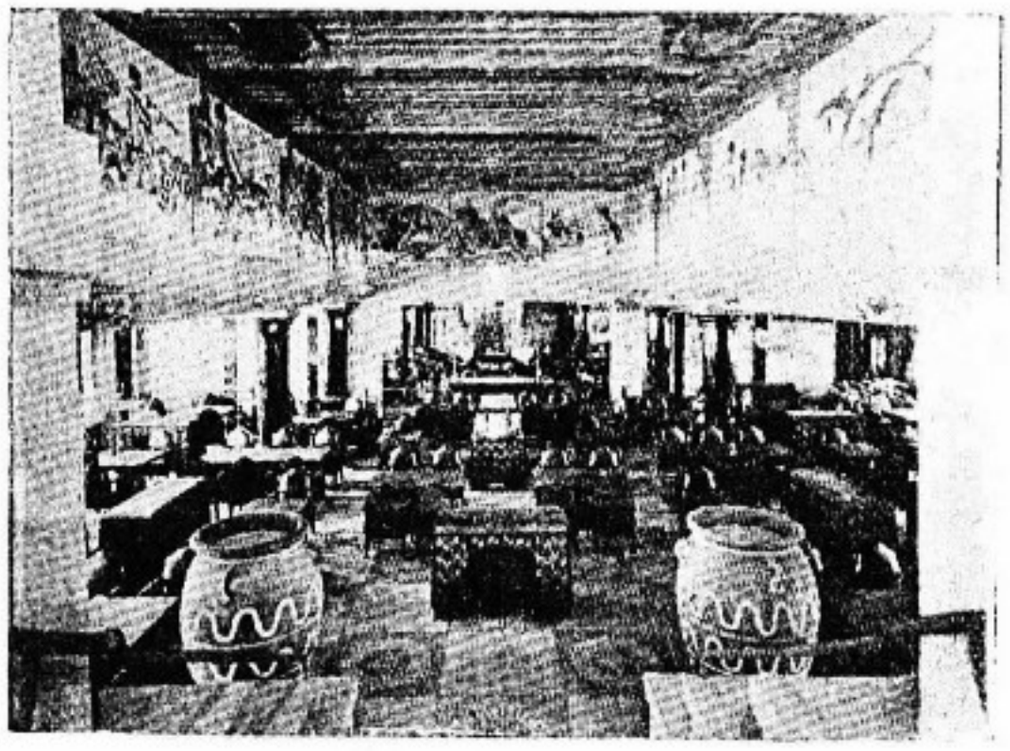


Fig. 2. — Salle à manger des 1res classes de l'*Aramis*.

constitué les lignes caractéristiques de l'art égéen, dont les manifestations les plus significatives, à peu près inconnues encore du grand public, ont été retrouvées dans les îles de la mer Egée et notamment en Crète. D'autres parties du navire sont décorées dans le style basque, évoquant la patrie du célèbre mousquetaire dont le navire porte le nom.

Le nouveau paquebot est donc en mesure de soutenir un rang plus qu'honorable dans la concurrence internationale, où la recherche du luxe joue, — il faut

le déplorer, — un rôle devenu primordial et, pourrait-on même dire, obsédant. D'autre part, aucune entreprise particulière n'est maîtresse de réagir, de sa seule autorité, en présence d'entraînements qui procèdent avant tout de l'état général des mœurs et du particularisme égoïste qui anime, aujourd'hui plus que jamais, l'unanimité des nations civilisées. Une conception plus raisonnable, sinon somptuaire, du grand paquebot moderne, ne pourrait être arrêtée et s'imposer qu'en exécution d'un accord international, sanctionné par une règlementation vigilante et suffisamment contrôlée.

En ce qui concerne la sécurité, il est juste de reconnaître que la Convention de Londres est considérée par les grandes entreprises, — les Messageries Maritimes en particulier, — comme présentant seulement un minimum de garanties et qu'il convient de réaliser, à tous les points de vue, une marge notable en faveur de la sauvegarde des passagers. •

L'installation de protection contre l'incendie a été réalisée, à bord de l'*Aramis*, par les Etablissements Philipps et Pain. La protection des cales et entreponts est assurée par deux batteries d'azote comprimé. La batterie principale permet de diffuser en un temps très réduit 600 m³ d'azote dans l'un quelconque des entreponts ou cales. Une batterie de secours de 126 m³ permet de maintenir la concentration extinctrice largement calculée pendant la durée de l'extinction. Les vannes de barrage de gaz inerte sont doublées de vannes dites de sécurité pour tous les locaux pouvant être éventuellement habités.

Un extincteur à mousse carbonique d'une capacité totale de 1000 litres, est affecté plus spécialement à la protection des compartiments des moteurs. On dispose ainsi d'un volume total de gaz carbonique supérieur à 6 m³; en outre du système des ajutages fixes, des postes d'incendie permettant de disposer d'un jet de mousse de 12 mètres de portée pouvant maîtriser efficacement tout incendie d'hydrocarbures qui ne serait pas sous la protection immédiate des ajutages fixes.

D'autre part, un circuit complet d'eau salée est installé dans les emménagements. Il est doublé par des extincteurs portatifs Bouillon frères, à raison d'un au moins par local.

Enfin, un dispositif d'inter-connections, réalisé entre les tuyautages de distribution d'azote et ceux de distribution de mousse carbonique et d'eau, permet d'acheminer l'un quelconque des trois agents extincteurs dans une partie quelconque du bâtiment.

LOUIS BASSO

Aviation

L'avion Couzinet 70 et son voyage d'Istres à Buenos-Aires. — La ligne régulière France-Amérique du Sud, exploitée par la Compagnie Générale Aéropostale utilisait, jusqu'à ce jour, des avisos sur le tronçon Dakar-Natal. Il est évident que cette solution, nécessaire en l'état de la technique aéronautique, offrait divers inconvénients : lenteur relative du transport, nécessité du transbordement avion-aviso, sans assurer une sécurité absolue, le récent naufrage de l' « Aéropostale II » l'a bien montré.

Deux solutions différentes tendaient au remplacement des avisos, soit par des hydravions, soit par des avions terrestres multimoteurs, susceptibles de tenir l'air avec un moteur arrêté et dont les réparations puissent être exécutées en l'air par le mécanicien.

Le trimoteur Couzinet 70, dit « *Arc-en-Ciel* » vient de donner un appui éclatant à cette seconde conception (*Génie Civil* du 4 février 1933).

Du même type que le Couzinet 33, dit « *Biarritz* », vainqueur du raid Paris-Nouméa, l' « *Arc-en-Ciel* » est un monoplan trimoteur à aile surbaissée cantilever, entièrement en bois avec revêtement travaillant. Envergure 30 mètres, longueur 16 m. 14, hauteur 4 m. 03, surface 90 m². La partie motrice comprend trois moteurs Hispano-Suiza, type 12 Nb de 650 chevaux, à hélice métallique tractive à deux pales. Le mécanicien peut accéder en vol aux compartiments ménagés à l'arrière de chaque moteur, il a sous la main la plupart des organes annexes et tous les instruments de contrôle sont répétés sous ses yeux.

L'alimentation est assurée par onze réservoirs (un dans le fuselage, cinq dans chaque aile) et deux nourrices, soit 11.715 litres. Un jeu de robinets permet d'isoler un quelconque des réservoirs et d'alimenter un des moteurs avec n'importe lequel des réservoirs. Les trois réservoirs de chaque aile, les plus éloignés du fuselage, peuvent être rapidement vidés par du gaz carbonique sous pression, soit 3.400 kilos de moins en quelques instants, la faculté d'isoler les réservoirs vides permet de les utiliser comme flotteurs en cas d'amerrissage.

Les gouvernes sont équipées de petits volets Flettner jouant le rôle de servo-commandes automatiques et de compensateurs, leur calage étant modifiable au gré du pilote ; des volets analogues réglables au sol sont placés sur les ailerons.

Le poste de pilotage est installé en arrière du moteur central, en conduite intérieure. Le poste du radiotélégraphiste, qui fait suite, est équipé d'un ensemble du type Aéro-Radio, du poids total de 42 kilos, pouvant émettre sur ondes de 27, 46,5, 57 et 450 à 950 mètres et recevoir de 20 à 80 et de 150 à 2.000 mètres. Pendant tout le voyage, la liaison avec la terre a été parfaite.

Le 12 janvier, l'appareil est parti d'Istres (il venait du Bourget) avec sept personnes, dont MM. Couzinet, Mermoz, Mailloux, Carretier. L'appareil pesait 7.020 kilos, et portait 7.480 kilos, dont 8.600 litres d'essence et 250 litres d'huile, soit 161 kg/m², et 7.45 kg/ch., le décollage s'effectua en 870 mètres. L' « *Arc-en-Ciel* » couvrit la première étape, Istres-Port Etienne (Mauritanie), en 16 h. 29 m., à la moyenne de 239 km/h., avec des consommations horaires de 407 litres d'essence et 3 litres d'huile.

Ayant gagné Saint-Louis du Sénégal en trois heures, le Couzinet 70, retardé jusqu'au 16 janvier par le terrain détrempé, gagnait Natal, distant de 3.200 kilomètres, en 14 h. 32 m. ; il s'arrêtait ensuite à Rio de Janeiro, Pelotas et Buenos-Aires. Le trajet total de 12.000 kilomètres avait été effectué à 220 km/h. de moyenne.

Ce vol n'est pas un raid ordinaire, où tout travaille au maximum, matériel et personnel, au contraire, les conditions de sécurité ont été remarquablement observées. Il semble bien qu'exploitée avec plusieurs avions de ce type, la ligne Paris-Buenos-Aires gagnerait beaucoup en rapidité et en sécurité, mais entre autres, deux enseignements sont à tirer de ce raid :

1° Nécessité d'organiser des pistes de décollage en ciment (telle que celle d'Istres) ;

2° Intérêt de la ligne Saint-Louis, Cap-Vert, Natal, remplaçant l'itinéraire Dakar-Natal, ce qui diminue de 400 kilomètres le parcours maritime le plus long et permet d'éviter les parages de Dakar, souvent mauvais au point de vue météorologique.

Ch. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 23 janvier 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *C. Popovici.* — **Sur la nécessité d'introduire une nouvelle notion concernant le discontinu.**

— *G. Giraud.* — **Rectification à une communication récente.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *A. Denjoy.* — **Sur le calcul des coefficients des séries trigonomiques.**

— *King-Lai Hiong* (prés. par M E. Borel). — **Sur les fonctions méromorphes d'ordre infini.**

GÉOMÉTRIE. — *V. Lalan* (prés. par M. E. Cartan). — **La signification affine du pseudo-arc et de la pseudo-courbure des courbes minima.**

CÉOMÉTRIE ALGÉBRIQUE. — *F. Severi.* — **Quelques théories nouvelles en géométrie algébrique.**

HYDRAULIQUE. — *L. Escande* et *P. Dupin.* — **Sur la similitude des régimes transitoires dans les mouvements de rotation.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *J. Valensi* (prés. par M. H. Villat). — **Signes de courant dans l'écoulement autour d'un cylindre de révolution, à nombre de Reynolds élevé.**

MÉCANIQUE ONDULATOIRE. — *J. Winter* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur les phénomènes de résonance en mécanique ondulatoire.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *R. Gibrat* (prés. par M. E. Jonguet). — **Sur l'existence d'une vitesse de rotation dangereuee, indépendante de l'équilibrage pour certains groupes turbo alternateurs.**

ASTRONOMIE. — *Comas Sola.* — **Sur la vitesse radiale de quelques nébuleusss.**

— *D. Barbier* (prés. par M. E. Esclangon). — **A propos des parallaxes dynamiques des étoiles doubles.**

ASTROPHYSIQUE. — *F. Link* (prés. par M. Fabry). — **Théorie photométrique des éclipses de Lune.**

PHYSIQUE. — *H. Bordier* (transm. par M. d'Arsonval). — **Produit du phénomène de Merget par la d'Arsonvalisation à ondes courtes.**

L'auteur a utilisé la chaleur dégagée, dans un bloc poreux par le passage d'ondes électriques à très haute fréquence, et suivant un dispositif spécial qu'il indique. Si l'on mouille le bloc, un dégagement gazeux se manifeste sous l'influence de l'échauffement par les ondes courtes. L'auteur a cherché à voir comment varie le volume d'air ayant thermodiffusé avec le volume d'eau imprégnant les espaces capillaires, en introduisant le liquide par le tube abducteur. Les chiffres qu'il a trouvés montrent que le dégagement gazeux et la durée du phénomène vont en augmentant à mesure que l'imbibition s'est faite plus profondément dans les espaces capillaires du bloc. La thermodiffusion se produit non seulement avec l'eau, mais avec tous les liquides volatils.

ACOUSTIQUE. — *P. Biquard* (prés. par M. J. Perrin). — **Procédé optique pour la mesure de l'absorption des ondes ultra-sonores par les liquides.**

Les propriétés optiques d'un milieu sont modifiées lorsque celui-ci est le siège d'ondes ultra-sonores. En particulier, pour des longueurs d'ondes acoustiques suffisamment petites, le milieu se comporte comme un réseau et fait diffracter la lumière. Dans le but d'étudier expérimentalement comment varie la quantité de lumière ainsi diffractée, lorsqu'on modifie l'intensité des ondes ultrasonores, l'auteur a réalisé un montage qu'il décrit à l'aide d'une figure.

POUVOIR ROTATOIRE. — *Yen-Ki-Heng* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Action des sels d'aluminium sur les tartrates alcalins.**

MAGNÉTOCHIMIE. — *Ch. Bedel* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur la susceptibilité magnétique des ferrosiliciums riches en silicium.**

Les susceptibilités magnétiques rapportées à l'unité de masse ont été mesurées et sont données dans un tableau.

Pour une teneur voisine de celle du composé Si^2Fe il se produit une forte augmentation de susceptibilité. Pour des ferrosiliciums dont la teneur est supérieure à 56,80 p. 100, le recuit à 975° suivi de trempe produit, au contraire, une diminution de la susceptibilité. Il existe un maximum de susceptibilité pour un alliage de composition voisine de 50 p. 100 en silicium.

RADIOACTIVITÉ. — *Servigne* (prés. par M. Urbain). — **Sur l'existence d'un acétylacétonate de polonium.**

L'auteur démontre l'existence d'un acétylacétonate de polonium, complexe analogue à l'acétylacétonate de thorium, où le radio-élément semble avoir la valence 4.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Mlle S. Veil* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la précipitation périodique de l'iodure mercurique.**

— *A. Perret* et *R. Perrot* (prés. par M. G. Urbain). — **Contribution à l'étude de l'équilibre cyanure-cyamide.**

— *F. Meunier* (prés par M. Léon Guillet). — **Sur la corrosion des soudures d'acier doux.**

La sensibilité à la corrosion semble être commandée par la richesse en oxygène dissous, ainsi qu'à la fragilité. Dans le cas des soudures d'acier doux, la fragilité provient manifestement de l'oxyde ferreux dissous dans le grain ou précipité entre les grains. La corrosion par éléments locaux s'applique directement aux soudures oxydées, tandis que les soudures saines ont un potentiel normal. La corrosion à l'endroit des piqûres peut s'expliquer par l'effet de cavité seul, mais aussi par la richesse probablement plus grande en oxyde dissous, du métal à l'endroit où s'est formée la piqûre, avec formation d'un couple local dans le soudure elle-même.

— *Ch. Baron* (prés. par M. Léon Guillet). — **Sur la carburation dans les moteurs à explosion.**

En mélangeant à l'essence un faible pourcentage d'huile additionnée d'un décalaminant comme le camphre, ou mieux son isomère liquide, la fenchone, en dehors des avantages présentés pour la conservation des cylindres du moteur, on ne nuit en rien à la carburation et on améliore légèrement le rendement.

CHIMIE ORGANIQUE. — *P. Carré* et *D. Libermann* (prés. par M. G. Urbain). — **La réaction du chlorure de thyonyle sur le phénol.**

La réaction du chlorure de thyonyle sur le phénol se produit dès la température ordinaire. Elle fournit d'abord du chlorure de trioxytriphénylsulfonium ; la décomposition de ce chlorure donne le sulfure de *p.p'*—dioxydiphényle.

— *M. Backès* (prés. par M. G. Urbain). — **Action de l'oxychlorure de phosphore sur quelques aldéhydes.**

L'auteur a étudié les réactions pour le propanal, le *n*-butanal, l'isobutanal et l'heptanal.

— *J.-A. Muller* et *M^lle Eglantine Peytral* (prés. par M. P. Sabatier). — **Sur la pyogénation brusque du cétène.**

Ces recherches montrent que la molécule du cétène, soumise brusquement à l'action d'une température élevée, commence par se scinder, le plus simplement possible, avec la moindre déformation, en ses deux radicaux constituants, carbonyle et méthène.

CRISTALLOGRAPHIE. — *S. Goldsztaub.* — **Structure cristalline du ferrite de sodium.**

— *L. Royer* (transm. par M. Pierre Weiss). — **Sur l'orientation des cristaux de substances organiques se déposant au contact d'un minéral à structure ionique.**

PRÉHISTOIRE EXPÉRIMENTALE. — *M. Baudouin* (prés. par M. Ch. Richet). — **Fabrication voulue d'une sculpture de la sole d'un sabot d'Equidé sur granite à l'aide d'un seul outillage en pierre.**

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *M^lle H. Alimen* (prés. par M. Jacob).— **Sur un important ravinement au cours du Stampen dans le bassin de Paris.**

En divers endroits, dans la région d'Etampes, on constate l'existence de traces de ravinement; il en existe d'autres à Romainville et à Villecresnes. Il y a eu, dans la région de Ferrefitte, invasion marine de la base du Stampien supérieur. Une seconde émersion s'est faite dans la région d'Etampes vers la fin du Stampien supérieur, avec léger retour offensif de la mer dessalée d'Ormoy. Cette transgression d'Ormoy est moins importante que celle du Stampien supérieur; elle est le prélude de la transgression, vers le Sud, des eaux du Lac de Beauce.

PHYSIOLOGIE. — *P. Mezincesco* (prés. par M. d'Arsonval). — **De l'utilisation de l'azote amidé par l'organisme animal.**

L'utilisation de l'azote amidé est encore affirmée par les uns, niée par les autres. Les expériences rapportées ici ont été faites chez des porcelets, à la ration desquelles on ajoute : soit de l'asparagine, soit de l'acétamide, soit de la succinamide. Cette addition provoque une économie importante de la dépense azotée totale, sans que se trouvent modifiés les éléments de cette dépense. Cette intervention, maintenant incontestable, de l'azote amidé dans le métabolisme azoté se borne à réaliser une économie portant uniquement sur la fraction des composés azotés dont l'urée est le terme ultime de dégradation.

TECHNIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *L. Bugnard, P. Gley* et *A. Langevin* (prés. par M. Lapicque). — **Inscription et mesure de la pression sanguine.**

Appareil reposant sur l'utilisation du quartz piézoélectrique. Il permet d'inscrire fidèlement la pression artérielle dans des courbes très fines, et surtout, de faire des mesures en valeur absolue de la pression artérielle.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *A. Lambrechts* (prés. par M. Perrin). — **Etude spectrographique de la phlorizine et de ses dérivés. Spectre d'absorption ultraviolet de la phlorizine.**

En solution aqueuse, la phlorizine existe sous les formes tautomères énolique et cétonique; en solution alcoolique, elle existe vraisemblablement sous la forme cétonique pure. Les deux formes tautomères existent dans le sang, en quantités approximativement égales. Des expériences de dosage de la phlorizine dans le sang sont en cours.

— *M. Piettre* (prés. par M. Achard). — **Floculation, dans l'organisme, des colorants, colloïdes artificiels chimiquement définis.**

Il existe une *perméabilité sélective* des éléments histologiques vivants aux substances colloïdales, en l'absence d'électrolytes. On ne peut expliquer autrement la fixation des colorants colloïdaux, ni le fait que les cellules mortes se laissent colorer indifféremment par tous les colorants, quelle que soit leur charge. La floculation, en l'absence de fixation dans le sang, se fait au sein du protoplasme cellulaire; cela précise le siège du choc. Le poumon apparaît comme un véritable organe de choc vis-à-vis des colorants colloïdaux.

PROTISTOLOGIE. — *M^lle H.-F.-M. Petter* (prés. par M. Mesnil). — **Structure d'une Sarcine : *Sarcina gigantea***

Dans cette Sarcine, existe un corps qui semble pouvoir être assimilé à un véritable noyau; sa structure est très semblable à celle observée chez les Levures. Ces Bactéries sont donc distinctes de celles où l'on admet l'existence d'un noyau diffus et des Rhodobactéries qui possèdent un noyau véritable d'organisation très primitive. Peut-être les Bactéries forment-elles, à ce point de vue, un groupe hétérogène. Peut-être aussi l'espèce étudiée n'est-elle pas assimilable aux Sarcines, malgré la ressemblance qu'elle offre avec celles-ci.

IMMUNOLOGIE. — *E. Manoussakis* (prés. par M. Vincent). — **Sur une méthode d'immunisation du Lapin contre l'infection dysentérique.**

L'auteur a expérimenté des éthérovaccins soumis à l'insolation. Ils se sont montrés moins toxiques que les vaccins non insolés et leur emploi détermine une immunisation forte et durable, beaucoup plus fréquente que celle qu'on obtient avec les éthérovaccins non insolés.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Ch. Nicolle, J. Laigret* et *P. Giroud.* — **Passage des virus des fièvres exanthématiques par la voie digestive chez le Rat.**

On n'a pu, jusqu'à présent, réaliser d'expériences positives de passage de la maladie par piqûres de puces à des rats. On doit penser que, dans la nature, les typhus murins passent le plus souvent de rat à rat à la fois par ingestion des ectoparasites et par cannibalisme entre rats. Ces faits expliquent aussi pourquoi le typhus murin passe rarement du rat à l'homme et pourquoi, sans doute, le typhus exanthématique historique ne retourne pas du rat à l'homme, à supposer qu'il puisse passer de l'homme au rat par ingestion de puces ou poux d'origine humaine.

ÉCONOMIE RURALE. — *E. Terroine* et *M^lle S. Valla* (prés. par M. Lapicque). — **La valeur comparée des divers aliments protéiques dans la croissance.**

M. Mascré.

Séance du 30 *janvier* 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Brillouin.* — **Équations linéaires aux dérivées partielles dans le plan. Domaines à connexion multiple. Construction des intégrales pour des conditions données aux fonctions.**

— *J. Drach.* — **Sur l'intégration par quadrature de l'équation des lignes géodésiques.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *F. Leja* (prés. par M. E. Borel). — **Sur une propriété des suites des fonctions analytiques bornées sur une courbe.**

GÉOMÉTRIE. — *R. Lagrange* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur un théorème de Poncelet.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *A. Weinstein* (prés. par M. H. Villat). — **Sur les points de détachement des lignes de glissement.**

MÉCANIQUE EXPÉRIMENTALE. — *P. Girard* et *Ch. Chukri* (prés. par M. Jean Perrin). — **Centrifugeuse sans axe de parfaite stabilité et de grande vitesse angulaire.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Tchang-Te-Lou* (prés. par M. E. Jouguet). — **Sur la mesure de la vitesse d'apports de chaleur dans le cycle d'un moteur à combustion interne à l'aide du diagramme d'indicateur.**

ÉLECTRICITÉ. — *A. Egal* (prés. par M. A. Cotton). — **Un nouveau mode de réalisation des phénomènes thermoélectriques.**

— *V. Dolejsek* et *K. Drab* (prés. par M. de Broglie). — **Sur l'étude de la décharge dans une ampoule ionique à l'aide d'un appareil cinématographique.**

Les auteurs ont étudié les conditions sous lesquelles travaille un tube ionique spécial avec lequel on peut travailler jusqu'à une tension très basse et une intensité très grande. Grâce à l'emploi d'un appareil cinématographique à grande vitesse, ils ont observé que pour un tube de grandeur, distance et courbure des électrodes données, il survient à une certaine pression un changement brusque de la décharge. Ce changement est analogue à celui qui est déjà connu pour le tube de Paschen à cathodes creuses.

Dans ce tube, la décharge à chute normale se change en décharge à chute anormale, très efficace pour les spectres optiques.

RAYONS X. — *V. Posypal* (prés. par M. A. Cotton). — **Rayon atomique du carbone dans le diamant.**

OPTIQUE. — *P. Rouard* (prés. par M. Fabry). — **Variations de phase par réflexion sur couches métalliques très minces.**

Un tableau, résumant les résultats obtenus pour l'argent, montre que la variation de phase pour la réflexion verre sur argent est d'abord un retard qui, après avoir passé pour chaque longueur d'onde par un maximum, diminue et s'annule quand l'épaisseur croît. Elle devient ensuite une avance qui croît très rapidement, passe, elle aussi, par un maximum, décroît et se stabilise aux environs de $0{,}30\ \lambda$. L'épaisseur de métal qui annule la différence de phase croît en même temps que la longueur d'onde. Dans la réflexion mica-argent, on trouve des résultats tout à fait analogues.

PHOTOGRAPHIE. — *C. Jausseran* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur l'évolution de l'image latente.**

Les résultats obtenus montrent que la densité ne suffit pas à caractériser une image développée et, de plus que le nombre des variables intervenant dans l'évolution de l'image latente est si considérable que les conditions d'expérience utilisées par les divers observateurs peuvent difficilement être identiques.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L. Gion* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la photolyse des solutions aqueuses d'ammoniaque.**

On peut admettre que la lumière agit simultanément de deux façons sur les solutions ammoniacales en présence d'oxygène : l'ozone formé par la lumière ultraviolette agit chimiquement sur les solutions pour donner du nitrite ; de plus la lumière forme, dans le liquide, de l'hyponitrite qui s'oxyde immédiatement en nitrite. La concentration est limitée par la destruction photochimique du nitrite, ce que l'auteur démontre expérimentalement.

— *N. Marinesco* (prés. par M. J. Perrin). — **Préparation des colloïdes par dispersion ultrasoniqne.**

La méthode indiquée par l'auteur permet d'obtenir un certain nombre de colloïdes métalliques à la température ordinaire et dans un milieu dispersant quelconque : les particules sont sphériques et par une protection convenable on peut les garder longtemps dans cet état.

CHIMIE ORGANIQUE. — *G. Darzens* et *A. Lévy* (prés. par M. Béhal). — **Perfectionnement de la méthode générale de préparation des aldéhydes par dégradation des acides.**

Le perfectionnement décrit par les auteurs est relatif à la méthode indiquée par M. Blaise (*C. R.*, 1904, p. 697 et *Bull. Soc. Chim.*, 31, 1904, pp. 354 et 483). Les rendements sont moins élevés que ceux obtenus par M. Blaise. Ils sont manifestement dûs à la déshydratation facile des α-oxyacides qui ne s'observe plus avec les acides α-méthoxyles.

— *V. Hasenfratz* (prés. par M. G. Bertrand). — **Sur quelques propriétés de la lactone *d*-xylonique.**

— *Urion* (prés. par M. Matignon). — **Sur un diméthyl — 1·6 — hexatriène — 1.3.5.**

Etudiant la décomposition catalytique sur cuivre réduit de quelques α-glycols-α-éthyléniques, l'auteur a pu isoler deux carbures, l'un distillant entre 137° et 143°, l'autre entre 144° et 148°, sous pression de 764 mm. Le second correspondrait à un diméthyl-1.6-hexatriène-1.3.5.

— *Volmar* et *Betz* (prés. par M. Delépine). — **Contribution à l'étude d'émétiques dérivés de l'acide lactique.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Otto Pettersson.* — **Sur une lacune de la théorie classique des marées.**

L'auteur montre qu'il existe une connexion intime entre la force des marées et la circulation océanique.

De l'ensemble de ses observations, il conclut que la force verticale, dont l'impuissance à produire des phénomènes de marée de surface a été reconnue par Laplace, a le pouvoir de causer des mouvements d'une marée interne dans l'Océan.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *J. de Lapparent* (prés. par M. Barrois). — **Sur les micaschistes du Léon.**

Les micaschistes du Conquet sont des micaschistes à staurotide et à Grenat. Ils offrent les traces de deux séries d'actions dynamiques. Une première série a permis le plissement général du matériel primitif, puis la production de sa schistosité pendant son métamorphisme ; une deuxième série a provoqué la déformation du matériel élaboré, manifesté par son gaufrage ou son froissement. Des rapports des micaschistes et des granulites de la région, on peut conclure que la génération des micaschistes est antéhercynienne.

GÉOLOGIE. — *R. Ciry* (prés. par M. Jacob). — **Le Crétacé supérieur de la partie occidentale de la province de Burgos.**

A partir du Cénomanien et jusqu'au Tertiaire, la mer a occupé sans interruption toute la partie occidentale de la province de Burgos, dans laquelle la série stratigraphique s'établit de la façon suivante : cénomanien, turonien inférieur, turonien supérieur, coniacien, santonien, campanien, maestrichtien.

PALÉOBOTANIQUE. — *P. Bertrand* (prés. par M. Mangin). — **Valeur morphologique du rachis primaire des Cladoxylées et des Zygoptéridées.**

Les rachis primaires (symétrie axiale avec deux plans de symétrie rectangulaires) sont des axes supports, des stipes; les rachis secondaires (symétrie bilatérale) sont de véritables organes foliaires, des pétioles. Ces rachis primaires forment comme une catégorie de membres intermédiaires entre le stipe et la fronde; ils ne sont plus représentés chez les Fougères actuelles.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Raymond* (prés. par M. Dangeard). — **Sur la formation du périthèce chez *Microsphœra quercina* (Schw.) Burr.**

Le périthèce de *M. quercina* se forme comme chez les autres espèces d'Erysiphées où le nombre des asques est supérieur à l'unité. Les organes que l'on pourrait interpréter comme une anthéridie et un organe à rôle sexuel effectif ne sont que des organes témoins. Il n'y a qu'une fusion nucéaire; elle a lieu à la base de l'asque, donc, à un stade très avancé du développement du périthèce.

— *A. Guilliermond* et *R. Gautheret* (prés. par M. Molliard). — **Caractères microchimiques des composés oxyflavoniques, leur localisation dans les vacuoles.**

Etude des réactions différentielles qui permettent de distinguer les composés oxyflavoniques et les tanins; lorsque les deux groupes de principes existent dans les mêmes cellules, seules, les réactions à l'acétate de plomb et aux vapeurs de HCl (Klein) permettent de déceler les composés oxyflavoniques.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Costantin.* — **Essai d'une théorie expliquant le rôle des mycorhizes de la Canne.**

La cause de la dégénérescence de la Canne est un virus, transmis par les Pucerons. La cause de la résistance est constituée par des mycorhizes, abondamment développées chez l'espèce sauvage. L'hybride spontané, *Kassaer*, remarquable par sa résistance au Sereh, doit sa résistance aux mycorhizes. Les mêmes résultats s'appliquent au Sereh et à la Mosaïque. La résistance en montagne que présente la Canne aux maladies de dégénérescence se retrouve chez le Caféier vis-à-vis de l'*Hemileia vastatrix*.

PHYSIOLOGIE. — *M^lle S. Nouel* (prés. par M. Mangin). — **Technique pour l'étude des muscles de l'œil chez les Sélaciens.**

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *M^lle A. Raffy* (prés. par M. Joubin). — **Comparaison du métabolisme respiratoire de l'Anguille à quelques stades de son développement.**

Les diverses formes de l'Anguille consomment, à une même température, d'autant plus d'oxygène qu'elles sont moins lourdes. Le sexe ne semble pas avoir d'influence, ni, chez les femelles, l'état de l'activité génitale. Cependant, les sujets soumis aux expériences n'avaient pas atteint la maturité sexuelle complète.

M. Mascré.

Séance du 6 février 1933.

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *G. Durand* (prés. par M. H. Villat). — **Sur la stabilité des files tourbillonnaires.**

MOTEURS A EXPLOSION. — *J. Laure* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur les pressions de combustion en vase closdes mélanges air-benzine.**

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *V. Dolejsek* et *E Filcakova* (prés. par M. de Broglie). — **Sur la série M du tantale obtenue au moyen d'un tube ionique.**

OPTIQUE. — *P. Le Roux* (prés. par M. Cotton). — **Étude du pléochroïsme du spath d'Islande dans le spectre infrarouge.**

Pour les échantillons étudiés et dans la région du spectre infrarouge entre 2,2 μ et 4,4 μ, dès que l'absorption est un peu grande, il est impossible d'admettre qu'elle est indépendante de la direction de la propagation de la lumière; 2° Le coefficient d'absorption ordinaire est plus petit pour la lumière se propageant perpendiculairement à l'axe.

PHOTOGRAMMÉTRIE. — *R. Ferber* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur un procédé purement photographique de restitution des plans topographiques.**

Le procédé décrit permet d'obtenir séparément sous la forme d'une photographie qui est une vue en plan rigoureuse du sol, et l'altimétrie qu'il est facile de reporter sur la photographie par un procédé quelconque.

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *Q. Majorana* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'action d'un faisceau de lumière périodique sur les lames métalliques.**

INFRAROUGE. — *R. Titéica* (prés. par M. J. Perrin). — **Spectres de vibrations et structure des molécules des alcools méthylique et éthylique.**

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *M^me I. Curie* et *F. Joliot* (prés. par M J. Perrin). — **Sur les conditions d'émission des neutrons par action des particules α sur les éléments légers.**

EFFET RAMAN ET CHIMIE. — *R. Lespieau* et *M^lle B. Gredy* (prés. par M. Matignon). — **Etude de quelques oxydes d'éthylène α.**

Les auteurs ont étudié divers composés possédant la fonction oxyde d'éthylène α dont le noyau ressemble à celui du cyclopropane et ont cherché : 1° si leurs spectres contiendraient des raies communes ou du moins pouvant être considérées comme d'origine commune; 2° s'ils pourraient, des données acquises, déduire les angles et les forces de liaisons des valences dans le groupement C—C (O).

PHYSICO-CHIMIE. — *A. Lalande.* — **Points de congélation des mélanges binaires d'alcool éthylique et d'éther éthylique.**

Les résultats numériques sont groupés dans un tableau et si l'on construit la courbe correspondante, celle-ci se compose de deux branches. L'une correspond au dépôt d'alcool solide, l'autre très probablement à une séparation d'éther pur. Il n'existe pas de complexe moléculaire stable jusqu'à son point de fusion.

Relativement rapides le long de la courbe de solidification de l'éther, les mesures sont plus lentes et plus délicates du côté de l'alcool. Les solutions riches en alcool sont, en effet, beaucoup plus visqueuses. Il faut cinq à dix fois plus de temps pour qu'un équilibre s'y établisse. D'autre part, les pentes des deux branches et les données calorifiques sont telles que la disparition des derniers cristaux d'éther se signale avec une sensibilité meilleure. Le rapport entre les variations de température provoquées avant et après la fusion par une quantité de chaleur donnée de 1 : 4 pour telle concentration en alcool voisine de l'alcool pur, est de 1 : 9 pour la même concentration d'éther.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Muraour* et *G. Aunis.* — **Sur les lois de combustion des poudres colloïdales.**

A une même valeur de la durée totale de combustion correspond toujours une même valeur de $\int p\,dt$ quelle que soit la densité des gaz. Tout se passe donc comme si, à l'apport d'énergie par chocs moléculaires (vitesse de combustion proportionnelle à la pression) venait se superposer un apport d'énergie proportionnel au temps et indépendant de la pression (effet de pseudo-rayonnement).

— *A. Girard* et *G. Chaudbon* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Dissociation du sesquioxyde de fer cubique.**

Les auteurs ont cherché à préciser les conditions dans lesquelles le sesquioxyde de fer cubique se dissocie vers 300°, phénomène qui peut être représenté par l'équation reversible :

$$3\ F^2O^3 \text{ cubique} \rightleftharpoons 2\ Fe^2O^4 + 1/2\ O^2$$

En opérant avec un échantillon préparé à partir d'oxyde salin oxydé vers 300° et cristallisé en gros grains, on a pu observer qu'à la température de 400°, les réactions inverses se limitent autour d'une pression d'oxygène de 0 mm, 05 de mercure.

Les mesures sont résumées dans un tableau.

— *P. Demougin* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la solubilité des cotons-poudres.**

Après avoir épuisé un coton-poudre (CP_1 ou CP_2) par un solvant de manière à en extraire le CP soluble, le résidu insoluble, qui a seulement gonflé, peut être dissous dans un solvant complet, puis reprécipité finement. On constate alors que le précipité obtenu présente à nouveau un taux de soluble notable dans le premier solvant. Après nouvel épuisement, puis dissolution du coton poudre restant et reprécipitation, le taux de soluble du CP précipité est encore mesurable, mais il est plus faible. On peut ainsi par des extractions et des précipitations successives retirés d'un coton poudre une quantité totale de nitrocellulose soluble très supérieure aux taux de soluble mesuré directement, de l'ordre du triple, par exemple, pour un CP en fibres non pilées.

— *G. Rumeau* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Antipodes optiques et vitesses de cristallisation. Non-existence de racémiques à l'état liquide.**

CHIMIE VÉGÉTALE. — *G. Fournier* et *M. Guillot* (prés. par M. Urbain). — **Relation entre l'absorption des rayons β par les composés organiques et la structure moléculaire de ces derniers.**

L'ensemble des résultats montre que l'écart entre les coefficients massiques d'absorption observé et calculé semble être en relation directe avec la constitution chimique de la molécule et, en particulier, avec la nature des liaisons entre atomes de carbone.

CHIMIE MINÉRALE. — *B. Bogitch* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la réduction et l'oxydation des silicates de manganèse.**

Les silicates de manganèse réduits sont obtenus en présence des gaz réducteurs ou neutre. Presque incolores pour des teneurs faibles en manganèse, ils deviennent verts quand la proportion de MnO dépasse 4 o/o. Les silicates oxydés ne se forment qu'en présence d'oxygène libre; ils sont colorés en violet. La formation d'un silicate oxydé de manganèse entraîne une décomposition très avancée de Mn^3O^4. Celui-ci se comporte en présence de la silice de la même manière que Fe^2O^3.

MINÉRALOGIE. — *Mlle Caillière.* — **Sur une sépiolite fibreuse de Madagascar.**

Il s'agit d'une sépiolite cristallisée, donc une parasépiolite, dans la terminologie de Fersmann.

CRISTALLOGRAPHIE. — *Dinca Samniacas.* — **L'influence des rayons X sur les formations du germe cristallin.**

L'auteur montre que le rayonnement électrolytique ionisant peut influencer la formation des germes cristallins des substances.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *C.-L. Alexanian* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Etablissement de la carte des anomalies de la composante verticale du champ magnétique terrestre dans la plaine d'Alsace.**

L'interprétation sommaire de la carte fait apparaître les constatations suivantes, en liaison avec la géologie : 1° la continuité parfaite des courbes d'anomalie; 2° une direction constante SSW-NNE correspondant à celle des plis hercyniens du tréfonds et qui se poursuit des Vosges vers la Forêt Noire; 3° une forte perturbation de forme circulaire apportée à cette direction par le massif basaltique d'âge tertiaire du Kaiserstuhl; 4° la prolongation de la masse profonde volcanique du Kaiserstuhl vers le pointement basaltique de Riquewihr, au pied des Vosges; 5° l'existence des pointements basaltiques analogues, mais dissimulés sous la couverture d'alluvions de la plaine; 6° dans le Sud de la plaine, la direction hercynienne réapparaît. Un fort maximum orienté suivant cette direction marque la limite SE du bassin potassique.

L. Franchet.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Costantin.* — **Objections à la théorie mycorhizienne.**

L'auteur considère que les mycorhizes créent, chez la Canne à sucre, la résistance aux maladies de dégénérescence. On a objecté à ses conceptions : que si l'altitude produit la résistance, on ne comprend pas pourquoi la dégénérescence existe en montagne et que les *Pythium* existent chez des Cannes contaminées par le Sereh. Il expose divers faits dont il conclut que, si la présence simultanée de la résistance et des mycorhizes n'établit pas avec certitude un lien entre les deux, il y a du moins de grandes présomptions en faveur de leur connexion. La Canne devient résistante lorsque les mycorhizes, ayant triomphé dans la lutte contre les micro-organismes infestants, se sont trouvées renforcées. Il considère que le meilleur critérium pour juger de la résistance d'une plante est le poids de la récolte.

CYTOLOGIE. — *M. Chadefaud* (prés. par M. Mangin). — **Existence d'une structure infravisible orientée du cytoplasme chez les Algues.**

Chez diverses Algues, on constate une torsion du cytoplasme que rend manifeste l'orientation des inclusions diverses et la torsion des chloroplastes. La structure orientée du cytoplasme est particulièrement marquée chez *Chorda filum* et coïncide avec l'orientation des stries de la membrane cellulosopectique. Il y aurait donc, dans le cytoplasme, à côté de parties fluides, une partie rigide et structurée dont les micelles seraient orientées selon des lignes directrices, un peu à la façon des éléments d'un cristal. Cette structure permet de comprendre les phénomènes de polarisation cellulaire.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Maige* (prés. par M. Molliard). — **Hétérogénéité physico-chimique des plastes.**

La perméabilité, endoplastidale ou exoplastidale, de la membrane du plaste amylifère n'est pas la même en tous les points, comme le montre l'observation de l'hydrolyse ou de la synthèse de l'amidon dans un plaste donné. La calotte plastidale, plus épaisse que les autres régions est particulièrement perméable, tandis que les autres régions ne le sont plus. Il y a donc, entre les divers points de l'écorce du plastide, hétérogénéité physico-chimique.

ZOOLOGIE. — *L. Gallien* (prés. par M. Caullery). — **Transformations histologiques corrélatives du cycle sexuel chez *Polystomum integerrinum* Frœlich.**

Chez la forme adulte de *P. integerrinum*, parasite de la vessie de *Rana temporaria* L, il existe, au cours de l'année, des variations histologiques profondes, intéressant particulièrement l'appareil génital et le parenchyme et corrélatives du cycle sexuel. La période qui prépare la ponte (automne et hiver) est marquée par une vitellogénèse intense et par une réduction du parenchyme. A la période de ponte, il y a disjonction des cellules vitellines, l'ovaire se vide, la glande de Mehlis disparaît presque totalement, les cycles testiculaires présentent des masses de spermatozoïdes et des figures de spermatogénèse. Après la ponte (printemps et début de l'été), il y a involution de l'appareil génital et développement du parenchyme.

— *Mlle F. Bloch* (prés. par M. Caullery). — **Fécondation et maturation de l'œuf chez un Pagure (*Diogenes pugilator* Roux).**

Les œufs arrivent à maturité par poussées successives. Le spermatozoïde adhérant à l'œuf, la spermie se dévagine. Les œufs immatures ont une vésicule germinative volumineuse qui disparaît dans les œufs mêmes. Les globules polaires ne sont expulsés qu'après la pénétration des spermatozoïdes. Le développement des œufs artificiellement fécondés ne dépasse pas le stade 2.

EMBRYOLOGIE. — *E. Wolff* (prés. par M. Caullery). — **La topographie des ébauches présomptives du foie, d'après l'étude des Poulets omphalocéphales.**

Chez presque tous les omphalocéphales étudiés, on a trouvé deux foies absolument indépendants dès l'origine. Du cas tératologique au cas normal, on peut conclure que le foie est à l'origine un organe pair; chez un embryon normal, le foie se constitue par la réunion de ses deux ébauches.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *M. Lecamp* (prés. par M. Caullery). — **Transplantation d'ébauches des membres postérieurs chez le Crapaud accoucheur (*Alytes obstetricans* Laur.).**

Quand on transplante les ébauches de membres postérieurs, soit sur le flanc de la larve, soit sur la région musculaire de la queue, il y a duplication du membre transplanté. Cette duplication est indépendante du changement d'orientation. Un composant provient de la croissance normale du greffon, l'autre de la régénération proximale de celui-ci.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Th. Kofman* (prés. par M. Desgrez). — **Sur la diffusion par la peau humaine de radiations visibles et de l'ultra-violet.**

Le pouvoir diffusif de la peau pour la lumière du spectre visible et pour l'ultra-violet ne varie pas sensiblement avec les diverses pigmentations; la diffusion est seulement un peu moins grande quand la pigmentation est plus accusée; elle est plus marquée aussi pour la peau glabre. La diffusion en lumière blanche est peu modifiée par une légère couche d'huile; celle-ci joue, au contraire, le rôle d'un véritable réflecteur pour les rayons ultra-violets, ce qui expliquerait l'effet protecteur des enduits huileux contre les érythèmes solaires.

— *A. Dognon* (prés. par M. Desgrez). — **Action de rayons X monochromatiques de longueur d'onde différente sur l'œuf d'*Ascaris*.**

Les radiations 4 Å sont 1,5 à 2 fois plus actives que les radiations 1,54. L'augmentation de l'efficacité biologique peut s'expliquer en considérant que le trajet des électrons ionisants, à mesure que la longueur d'onde diminue, dépasse de plus en plus les limites de la zone sensible. Il faut alors faire intervenir le bilan des échanges électroniques entre cette zone sensible et le protoplasme qui l'entoure. Chez l'œuf d'*Ascaris*, en raison de ses dimensions relativement grandes, la différence entre les deux radiations disparaîtrait à peu près complètement, si l'on considérait que l'action du rayonnement, au lieu d'être localisée à une région nucléaire centrale, pouvait s'exercer sur une région superficielle du protoplasme.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *M. Mascré* et *R. Paris* (prés. par M. Béhal). — **Action du formol sur l'émulsine et l'invertine.**

Le formol inhibe rapidement l'action hydrolysante de l'émulsine et de l'invertine, qui paraît bloquée; elle est seulement considérablement ralentie. Elle se poursuit très lentement pendant plusieurs semaines. Le ferment, régénéré par précipitation alcoolique après action, retrouve presque toute son activité initiale. Les processus synthétiques de la glucosidase sont, eux aussi, ralentis. L'intervention du formol au cours même de la préparation des ferments donne des produits presque aussi actifs que les ferments types. L'action de formol consisterait en un phénomène physique réversible : gonflement des micelles diastasiques diminuant leur activité.

— *H. Burgevin* (prés. par M. G. Bertrand). — **Sur la fixation de l'azote atmosphérique par les bactéries des Légumineuses.**

Dans les conditions naturelles du sol, la fixation symbiotique de l'azote n'est pas sensiblement influencée par l'apport d'engrais azotés, même à des doses sensiblement élevées. Il est donc rationnel de fournir aux Légumineuses une petite quantité d'engrais azotés pour favoriser leur premier développement; on ne risque pas de diminuer la fixation ultérieure de l'azote atmosphérique.

— *A.-J. Kluyver* et *J.-C. Hoogerheide* (prés. par M. Bertrand). — **L'influence de l'oxygène sur la fermentation alcoolique.**

Meyerhof a démontré que, en présence d'oxygène, la vitesse de la fermentation alcoolique est diminuée. Windisch, au contraire, admet que l'absence de l'air n'exerce aucune action favorable sur la fermentation alcoolique. Ces divergences s'expliquent par les conditions expérimentales différentes où se sont placés les deux auteurs. Les expériences de contrôle rapportées ici permettent de conclure que les expériences de Windisch ne diminuent en rien la valeur de la théorie classique de Pasteur d'après laquelle « la fermentation est la vie sans air ».

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Johannes Schmidt, Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie, est décédé à Copenhague, le 21 février, à l'âge de 56 ans.

Il débuta par des recherches de bactériologie, s'adonna ensuite à la botanique, puis publia d'importants travaux sur le plancton. Devenu directeur de l'Institut de Carlsberg, il se livra à des recherches considérables sur la biologie des Poissons qu'il étudia au cours de longues croisières.

— M. Magnus de Sparre, Correspondant pour la Section de Mécanique, vient de mourir à l'âge de 83 ans. Sorti de l'Ecole Polytechnique, il débuta comme officier d'artillerie. Parvenu au grade de capitaine, il démissionna pour entrer dans l'enseignement. Professeur à la Faculté des Sciences de l'Université Catholique de Lyon, il en devint le Doyen. Il laisse de très importants travaux, notamment, sur la Balistique extérieure.

Le 5e Centenaire de l'Université de Poitiers. — M. de Monzie, Ministre de l'Education nationale, présidera au commencement de juin, le 5e Centenaire de l'Université de Poitiers.

Année internationale des Nuages. — *Concours de Photographies de Nuages.* — La Commission Internationale pour l'Etude des Nuages a décidé l'année dernière, que, du 1er août 1932 au 31 août 1933, les observations et les mesures relatives aux nuages seraient intensifiées dans tous les pays. Cette « Année Internationale des Nuages » coïncide avec l' « Année Polaire Internationale ».

Certains jours, dits « de premier ordre », les sondages de vent et de température en altitude, ainsi que les observations et mesures relatives aux nuages sont multipliés. De tels jours, il serait particulièrement intéressant de reconstituer l'aspect du ciel sur la France. Cette opération nécessite un réseau serré de prises de vue et elle n'est possible qu'avec la participation d'un grand nombre de collaborateurs bénévoles. *Le Directeur de l'Office National Météorologique fait donc appel à tous ceux qui s'intéressent à la météorologie, ainsi qu'aux professionnels ou amateurs de photographie;* afin de stimuler leur zèle et de créer une émulation, il institue un *concours doté de prix* (1er *prix* : 2.000 *fr.*, 2e *prix* : 1.000 *fr.*, 3e *prix* : 500 *fr.*, *médailles et diplômes*) qui récompenseront les meilleurs envois et seront décernés, au cours de l'été prochain, par un jury comprenant des météorologistes qualifiés et des personnalités compétentes en photographie.

Deux périodes ont été choisies : 12 *et* 13 *avril* 1933, 12 *et* 13 *juillet* 1933; au cas où, la veille, un beau temps clair et persistant serait prévu, l'Office National Météorologique se réserve de reporter l'opération, en faisant connaître cette remise par la voie de la presse et de la radiodiffusion. *Trois photographies par jour au moins doivent être prises, à des heures aussi voisines que possible de 8 h., 14 h. et 19 h. (heure d'été).* En outre, *des photographies intermédiaires sont désirables*, chaque fois que le caractère *d'ensemble* du ciel change, sans tenir compte évidemment des transformations des individus nuageux qui sont incessantes. *Le but à atteindre est que la série des photographies représente, sans lacune grave*, l'évolution d'ensemble du ciel. Par exemple, au cours d'une belle journée calme, le ciel présente des nuages isolés en monceaux, avec des sommets blancs, bourgeonnant, en forme de têtes de choux-fleurs. Chaque nuage pris isolément, se transforme sans cesse, mais l'évolution d'ensemble du ciel est beaucoup plus lente; dans le cas envisagé trois photographies dans la journée sont suffisantes pour suivre complètement l'évolution d'ensemble du ciel : l'une prise au moment où les nuages de beau temps se forment; la seconde lorsqu'ils sont le plus nombreux et qu'ils ont atteint leur plein développement, ce qui se produit en général au début de l'après-midi; enfin la dernière, le soir, lorsqu'ils s'aplatissent et tendent à disparaître.

Chaque photographie doit porter au dos, d'une manière très nette, un certain nombre de renseignements *indispensables à l'utilisation de la photographie!*

Nom et adresse de l'opérateur, lieu de la prise de vue (localité et département), date complète (heure, jour, mois, année).

En outre, les indications suivantes, sans être indispensables, offrent un grand intérêt.

Evaluation grossière de la proportion, de l'ensemble du ciel recouvert par des nuages, quels qu'ils soient (par exemple ciel entièrement clair, ciel 1/4 couvert, ciel 1/2 couvert, ciel couvert sauf quelques trous, ciel entièrement couvert).

Renseignements sur la partie du ciel n'apparaissant pas sur la photo (par exemple, reste du ciel analogue, ou moins nuageux, ou couvert); direction vers laquelle était pointée l'appareil (Nord, Nord-Ouest, Ouest); hauteur approximative de la visée au-dessus de l'horizon par exemple : (hauteur 30°, 15°, 60°).

A la fin de chacune des deux périodes de prises de vue, de bonnes épreuves des photographies, placées entre deux feuilles de carton, devront être envoyées à l'Office National Météorologique, sans qu'il soit nécessaire de timbrer l'enveloppe, à condition de libeller l'adresse de la manière suivante :

Année des Nuages.

M. le Ministre de l'Air,

Office National Météorologique,

196, rue de l'Université,

Paris (7e).

Voici quelques recommandations essentielles, dont de précédentes expériences ont montré la nécessité :

1°) *Il s'agit de photographier des ensembles de nuages et non pas des nuages isolés.* — Il faut donc que l'image représente la plus grande surface possible du ciel, c'est-à-dire que, si on a le choix, il convient d'utiliser l'objectif donnant le plus grand « champ ».

2°) *Il ne faut pas se laisser guider par un souci de « photogénie ».* — Des nuages très élevés, transparents, à peine visible ou un voile nuageux grisâtre presque uniforme, sont aussi intéressants pour définir le caractère d'un ciel, que les beaux nuages en monceaux à forts contraste d'ombre et de lumière, qu'on observe, par exemple, au cours des journées orageuses. La valeur artistique des photographies est secondaire, la préoccupation essentielle de l'opérateur devant être de ne laisser échapper aucune transformation radicale d'aspect du ciel et d'obtenir une série aussi représentative que possible de son évolution.

3°) *Aucune photographie ne doit être rebutée.* — Toute épreuve, qu'elle soit grise, floue, ou apparemment insuffisante peut, dans certains cas, constituer un document précieux. Bien entendu, il faut néanmoins chercher à

obtenir des épreuves aussi bornés que possible afin de mettre en évidence le maximum de détails de la structure des nuages.

4°) *Quand les nuages sont dépourvus d'ombre, il est nécessaire de la faire apparaître sur la plaque* en interposant un écran jaune assez foncé. *Quand il s'agit, au contraire, de nuages présentant de fortes ombres propres, il faut éviter qu'elles se confondent sur la plaque avec le bleu du ciel*, qui vient en noir; dans ce cas, il ne faudra utiliser qu'un écran faiblement teinté qui laissera le bleu du ciel impressionner la plaque, tout en réduisant suffisamment l'action des tons gris des nuages.

5°) *Les inscriptions au dos des photographies, mentionnées plus haut, sont indispensables;* si elles manquent, ne fût-ce que partiellement, la photographie sera le plus souvent inutilisable.

Conférence internationale des Grands Réseaux électriques. — La 7e Session aura lieu à Paris du 18 au 24 juin 1933. Le droit d'inscription est de 375 francs : pour les inscriptions et tous renseignements, s'adresser : 54, avenue Marceau, à Paris.

Semaine de Conferences touristiques, scientifiques, et techniques. — L'Office national du Tourisme a organisé, avec le concours du Comité du Tourisme scientifique et technique du Cabinet du Sous-Secrétariat d'Etat aux Travaux publics un voyage technique à Paris, dans la semaine de Pâques.

Pour tous renseignements s'adresser à M. Corneveaux, Maison de France, 101, Avenue des Champs-Elysées.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Leray, Docteur ès-sciences a fait, les 11 et 14 mars, deux Conférences sur : « *Les équations intégrales non linéaires et sur certains problèmes d'Hydrodynamique* ».

Facultés de Médecine et Facultés mixtes de Médecine et de Pharmacie. — Le décret du 10 août 1929 relatif au titre de Professeur sans chaire est modifié comme suit :

Peuvent également, dans les formes prévues au décret du 4 janvier 1921, recevoir le titre de professeur sans chaire, avec les droits attachés à ce titre, les agrégés libres des Facultés de Médecine et des Facultés mixtes de Médecine et de Pharmacie, pourvus, sans limite de temps, d'un emploi de Chargé de cours rémunéré par un traitement ou une indemnité, et remplissant depuis douze ans au moins une fonction d'enseignement didactique, technique ou clinique.

Université de Montpellier. — *Faculté des Sciences.* — La chaire de Zoologie et Anatomie comparée, dont M. Chatton est titulaire, est transformée en chaire de Zoologie et Biologie générale.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Tables annuelles des Constantes ou des Données numériques de Chimie, de Physique, de Biologie et de Technologie. Volume VIII (1927-1928), 2 volumes in 4° de 2700 pages. Rlié : 500 fr., broché : 460 fr. Volume IX (1929), 1 volume in 4° de 1607 pages. — Relié : 400 fr., broché : 370 fr. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, 55, quai des Grands-Augustins, Paris (6e).

Ces nouveaux volumes publiés par le Comité international, qui assume la lourde charge de cette documentation, montrent le développement sans cesse croissant de la Recherche scientifique dans le Monde. De tels répertoires systématiques deviennent ainsi de plus en plus indispensables aux chercheurs.

Ces Volumes VIII et IX couvrent la période 1927-1929.

Leur réaction se perfectionne sans cesse grâce aux efforts systématiques du Comité pour s'assurer la collaboration de savants particulièrement qualifiés. Nous signalons à ce point de vue les noms du Professeur V. Henri pour les Spectres d'absorption, du Professeur Niggli pour la Minéralogie et la Cristallographie, de M. Mesny pour la Radioélectricité, de M. le Professeur Maurain pour la Physique du Globe, etc.

La richesse documentaire des Tables Annuelles apparaît d'une manière particulièrement évidente quand on examine la Table des Matières qui accompagne le Vol. IX. Une telle Table permet de trouver immédiatement le renseignement que l'on désire et de plus, elle permet pour un substance ou un corps quelconque de savoir toutes les déterminations qui ont été effectuées. C'est là un résultat d'une portée pratique exceptionnelle. Cette Table est d'ailleurs rédigée comme celle publiée par le Comité pour la première série qui correspond à la période (1910-1922).

L'importance des Tables détaillées de cette nature n'a pas échappé aux éditeurs des Tables critiques américaines qui annoncent la publication d'une telle Table pour compléter les volumes qu'ils ont publiés il y a déjà quelques années.

Cette décision montre l'intérêt de l'initiative prise pour la premire fois par le Comité des Tables Annuelles.

Ils convient enfin d'insister sur le prix extrêmement réduit de ces volumes, dont les frais d'édition doivent être considérables. Il suffit pour s'en rendre compte de comparer ces prix à ceux des ouvrages analogues publiés dans d'autres pays.

C'est là un résultat qui ne pouvait être obtenu que par une organisation comme celle du Comité international basée sur la coopération de la plupart des pays de haute culture scientifique.

Dans ces derniers volumes comme dans le Vol. VII tous les textes généraux sont donnés en quatre langues et les textes explicatifs en anglais et en français. Cette méthode doit permettre une diffusion absolument générale des Tables Annuelles dans tous les pays, diffusion éminemment désirable, si on se place au point de vue du progrès scientifique. (*Journal de Chimie-Physique*).

Astronomie élémentaire, par le Frère Robert. In 8° de 397 pages avec 574 figures. Edité par les Frères des Ecoles Chrétiennes, 949, rue Coté, Montréal. — Prix : $ 2,50.

Nous avons, en France, un assez grand nombre de cosmographies. Nous avons aussi quelques traités savants d'astronomie et quelques bons livres sur les conquêtes récentes de l'astrophysique. En réalité, nous n'avons aucun ouvrage qui puisse faire aborder un lecteur d'une instruction scientifique moyenne à tous les problèmes qui relèvent de l'Astronomie, et lui permettre de mesurer l'importance et l'étendue de cette science. Nous devons être reconnaissants, à un Canadien français, le Frère Robert, de Montréal, d'avoir publié, en français, un des

meilleurs exposés d'astronomie élémentaire qui existent, peut-être le meilleur.

L'enseignement de la cosmographie, dans nos lycées, est réduit de plus en plus. Il y est bien moins poussé que celui de tout autre science. Faut-il en conclure que les faiseurs de programmes lui trouvent une faible valeur éducative, et un intérêt pratique nul? Si cela était, ce serait la faute aux méthodes d'enseignement adoptées. Il y a peu de sciences qui pénètrent davantage notre existence, peu que nous utilisions autant, dans la vie pratique, peu aussi qui élève autant nos sentiments, qui frappe autant notre imagination, et dont on trouve des traces aussi profondes dans la littérature et les arts. L'ouvrage de Frère Robert se distingue de ceux que nous connaissons en France, précisément parce que tous ces caractères de l'Astronomie y sont bien mis en évidence. Une particularité du livre, qui le rend extrêmement vivant, c'est le très grand nombre de petits problèmes qu'il propose. Ces problèmes sont le plus souvent très simples, mais ils sont admirablement choisis pour éveiller l'intérêt du lecteur. Beaucoup se rapportent à des faits d'observation quotidienne, et, l'auteur étant Canadien, trouvent leur application dans la vie canadienne. Dans son introduction, le Frère Robert qualifie l'Astronomie de science aimable entre toutes. A tous les chapitres de son livre, on trouve la justification de ce qualificatif. Ce n'est pas que le style en soit grandiloquent et cherche à provoquer une exaltation factice ; il est, au contraire, comme le style de tout bon livre de science, parfaitement sobre et simple. Mais l'astronomie a inspiré les poètes, et l'on sent que le Frère Robert goûte la poésie autant que l'astronomie. Chaque partie du livre commence par une des plus belles pages de notre littérature. Victor Hugo, Musset, Lamartine, de Hérédia, Pascal, servent d'introducteurs à la science du ciel. Ils fournissent aussi des sujets de problèmes parmi les plus intéressants et les plus originaux. Si les poètes sentent et vibrent, ils n'observent pas toujours très bien, leur imagination les emporte et leurs descriptions sont parfois bien fantaisistes. Le Frère Robert propose aux lecteurs la critique de ces descriptions. La vérité a des droits et il est possible, dit-il à juste titre, de célébrer Mars, Vénus, Jupiter ou notre satellite, en suivant les réalités que la poésie ne saurait embellir. Ces problèmes, empruntés au domaine de la littérature, sont une des innovations les plus heureuses du Frère Robert.

L'Astronomie élémentaire du Frère Robert est réellement un des meilleurs livres d'astronomie qui soient. Nous souhaiterions qu'il se répandit dans nos lycées, pour le plus grand profit des élèves et des maîtres.

JULES BAILLAUD.

Manuel de télégraphie sans fil et téléphonie sans fil. par C. Tissot (6e édition entièrement refondue et mise à jour, par J. Bion et J. Aicardi). In-8° de 350 pages avec 186 figures. Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, Paris 1932. — Prix : 45 francs.

Le regretté commandant Tissot, qui fut l'un des pionniers de la T.S.F., avait publié un manuel de télégraphie sans fil qui avait connu un très vif succès. La 5e édition, parue pendant la guerre, était depuis longtemps épuisée et d'ailleurs dépassée sur bien des points par les progrès si rapides, au cours de ces dernières années, de la science radioélectrique. Sans doute, dans cette 6e édition, le commandant Tissot avait-il tenu à mentionner l'emploi des ondes entretenues, produites au moyen des arcs, des alternateurs et même des lampes thermoioniques qui étaient alors toute nouvelles. Mais son ouvrage était surtout resté un exposé des méthodes préelectroniques dans lequel étaient principalement envisagés la production des ondes amorties par étincelles, les propriétés des antennes, les questions relatives à la résonance, à l'amortissement, au coefficient de couplage, etc.

MM. Bion et Aicardi se sont proposé de remettre à jour ce manuel qui avait été si apprécié des techniciens et des amateurs. Ils n'ont modifié que très peu la partie théorique qui était d'une clarté remarquable et ils ont surtout introduit des compléments importants sur les techniques nouvelles et sur les réalisations pratiques. On trouve, dans cette 6e édition, d'excellents exposés sur les tubes à vide, la radiogoniométrie, les antennes à rideau, la téléphonie sans fil ; la partie relative au matériel et au réglage a été complètement refaite pour tenir compte des progrès réalisés par les méthodes nouvelles. « Il en résulte, indique M. Blondel, dans la préface qu'il a écrite pour l'ouvrage, que cette nouvelle édition, tout en respectant l'œuvre du commandant Tissot, a les qualités d'un ouvrage nouveau. On doit savoir gré aux auteurs et à l'éditeur d'avoir su mener cette œuvre à bien, car ce livre rendra de grands services aux praticiens et aux amateurs de la T.S.F. »

A. Bc.

Science et Philosophie chez Gœthe, par RENÉ BERTHELOT, membre de l'Académie de Belgique. In-16 de 188 pages (*Bibliothèque de philosophie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

L'ouvrage comporte deux parties distinctes. La première étudie l'œuvre scientifique de Gœthe dans ses rapports avec celle de ses devanciers, comme Charles Bonnet et Linné, et de ses contemporains comme Lamarck et Geoffroy Saint-Hilaire ; elle l'apprécie à sa juste valeur, qui est secondaire : dynamiste et vitaliste, Gœthe tourne le dos à la science moderne. La deuxième définit la position philosophique de Gœthe par rapport à Kant, à Fichte, à Shelling et surtout à Hegel. Un appendice reproduit une discussion de l'Union pour la Vérité où M. Berthelot a eu l'occasion de reprendre et de préciser la conception qu'il a présentée ailleurs de la sagesse gœthéenne comparée à celle de Shakespeare.

Fondées sur une connaissance très intime de la vie et des œuvres du grand poète-philosophe allemand, ainsi que sur une très large information historique, riches en rapprochements ingénieux et en vues suggestives, ces études se lisent avec le plus vif intérêt et présentent de Gœthe des aspects souvent méconnus. R. T.

Traité pratique de prospection géophysique à l'usage des géologues et des ingénieurs chimistes. par C.-L. ALEXANIAN, Chargé de cours à l'Ecole nationale supérieure du pétrole. In-16 de 268 pages avec 133 figures et 2 pl. hors texte. Béranger, éditeur, Paris. — Prix : 62 francs.

L'auteur s'est proposé d'écrire un livre à l'usage des géologues sur les propriétés physiques des roches. Le choix des propriétés physiques nombreuses utilisées dans la prospection du sous-sol est un problème qui se pose pour chaque expérience nouvelle locale : il est possible, en effet, d'utiliser les procédés de prospections gravimétrique, magnétique, géothermique, radioactive, séismique, électriques (par courants naturels, potentiométrie, électromagnétisme ou ondes hertziennes).

Toutefois, le champ d'application de ces procédés est nécessairement limité et chaque méthode convient mieux à tel ou tel cas particulier. C'est à l'examen de cette spécialisation de la géophysique qu'est consacrée la seconde partie du livre de M. Alexanian. Dans huit chapitres pu-

rement techniques, l'auteur s'efforce de mettre en évidence, sous une forme essentiellement concrète, avec exemples particuliers à l'appui, l'interprétation géologique rationnelle des résultats obtenus par l'emploi des différentes méthodes de mesure envisagées théoriquement dans la première partie de l'ouvrage.

Des développements plus ou moins étendus ont trait au processus de localisation des dômes de sel par l'emploi de la balance de torsion, à celui de la découverte de gisements de magnétite ou d'or par la prospection magnétique, à la détermination de l'emplacement des minerais de sulfure par l'emploi des courants électriques naturels, aux prospections géothermiques des régions pétrolifères, etc., etc.

Chaque chapitre de ce manuel, conçu sous une forme très concrète, se termine par une bibliographie sélectionnée. Certainement, ce petit Traité pratique de Géophysique rendra de grands services aux géologues et aux ingénieurs des mines, qui ont quelque difficulté à se documenter sur cette nouvelle discipline des Sciences appliquées. L. J.

Plant life through to ages, Geological and Botanical Retrospect by A. C. Seward, Professor of Botany Cambridge. In-8°, de 600 pages, avec 140 figures. Cambridge, At the University Press, 1931.

Le beau manuel de A. C. Seward, le maître incontesté de la Paléobotanique à l'heure actuelle, présente une claire vue d'ensemble de l'histoire de la vie végétale au cours des périodes géologiques successives. Le livre est écrit suivant un plan de Paléontologie stratigraphique, ainsi d'ailleurs qu'en éveille l'idée la forme même du titre de l'ouvrage. L'illustration est abondante et variée : elle rend très vivante la rédaction d'un texte aisément accessible à tous les lecteurs cultivés.

Les flores les plus anciennes sont traitées dans ce livre avec un certain développement. L'auteur présente ainsi une mise au point de ce que nous savons sur la vie végétale anté-dévonienne. Une vue d'ensemble de la flore dévonienne, connue cependant depuis peu d'années, présente le plus grand intérêt pour la reconstitution de l'histoire de la vie des plantes sur notre globe : plus de 40 genres de végétaux sont aujourd'hui connus de cette période géologique.

Les flores carbonifères et permiennes de la terre de Gondwana permettent désormais l'établissement de parallélismes stratigraphiques intéressants, tandis que la végétation du Paléozoïque récent des contrées nord-atlantiques, connue, à l'heure actuelle, avec une remarquable précision, porte sur plus de 100 genres botaniques.

Une esquisse du monde végétal triasique nous révèle la variété des milieux phytogéographiques récemment encore peu étudiée de cette phase, où une quarantaine de genres de plantes ou arbres ont été repérés.

La végétation au Jurassique, au Crétacé, au Tertiaire et au Quaternaire est aussi envisagée avec un certain développement dans cet ouvrage que termine une abondante bibliographie et un index alphabétique très pratique. L. J.

Les voies de pénétration des membres. Membre supérieur, par le Prof. F.-M. Cadenat. In-8° de 200 pages avec 141 figures dans le texte. G. Doin, éditeur, Paris 1931.

Découvrir l'organe ou le point lésé, cheminer vers lui par la voie la meilleure, la plus économique, en ménageant le plus possible les régions traversées, en créant le minimum de délabrements, tel est le but idéal de la technique chirurgicale : pour l'atteindre il est indispensable que l'opérateur ait une connaissance approfondie de la région intéressée, qu'il sache avec une sûreté parfaite les voies d'abord et les conditions anatomiques locales.

L'ouvrage du Professeur Cadenat est un exposé des plus clairs des techniques parfois difficiles qui conduisent au but cherché. Consacré pour ce premier tome au membre supérieur, il met en valeur, grâce à un texte simple, précis et juste et à des figures explicatives abondantes et parfaitement exécutées, les règles de conduite à suivre pour aborder dans les meilleures conditions possibles tous les points essentiels. La nécessité souvent impérieuse d'avoir une vue large, un « jour » suffisant sur le territoire en cause, conduit l'auteur à examiner successivement la marche à suivre selon chaque point particulier, décrivant ainsi non seulement les voies classiques mais encore des cheminements moins connus dont les exigences de la technique chirurgicale ont montré la grande valeur.

L'étudiant trouvera dans ce livre des leçons précieuses qui lui rendront plus aisé l'abord de la technique chirurgicale et lui fixeront les notions d'anatomie du vivant ; le praticien y trouvera un guide sûr et fidèle pour parfaire son expérience ou se remettre en mémoire un détail oublié. Didier.

Pratique et Théorie de la T. S. F., par Paul Berclé, troisième édition, entièrement révisée et mise à jour, considérablement augmentée. In-8° de 800 pages et 753 figures. Publications et Editions françaises de T. S. F. et Radiovision, 53, rue de Réaumur, Paris.

Ce livre qui en est à sa troisième édition est probablement le livre le plus pratique pour l'amateur de T. S. F. qui veut se perfectionner dans sa science favorite sans pour cela être obligé d'entreprendre l'étude des ouvrages contenant trop de mathématiques, et trop savants pour lui.

Il comprend trois parties :

La première partie (170 pages environ) rappelle des notions de physique vibratoire, un peu de mathématiques puis de l'acoustique et enfin un tableau du système d'unités C G S très bien fait.

La deuxième partie est consacrée plus particulièrement à l'électricité ; sept subdivisions divisées chacune en plusieurs chapitres traitent successivement du courant continu, du magnétisme et de l'Electromagnétisme, du courant alternatif, de la bobine de Ruhmkorff et de ses applications, des propriétés des courants à haute fréquence et enfin de redressement et filtrage du courant alternatif.

Enfin, la troisième partie qui comporte à elle seule 550 pages, traite de la T. S. F. Un premier livre de généralités nous fait un rappel rapide de ce que sont les ondes ; une étude des circuits oscillants et quelques calculs simples sur la composition d'une onde modulée, complètent ce premier livre. Le livre II parle plus particulièrement de l'antenne et de la terre, de leurs théories et de leurs établissements. Le livre III pose le problème de la réception et enfin le livre IV qui ne contient pas moins de 17 chapitres nous présente les lampes et les montages de réceptions modernes. L'étude de la lampe est très poussée. Paul Berclé nous la fait connaître d'abord dans tous ses détails, puis ensuite nous la montre dans chacune de ses fonctions et aussi dans chacune de ses diverses formes : lampe bigrille, trigrille, lampe à écran, etc... Enfin les plus intéressants montages sont étudiés dans les derniers chapitres jusqu'à l'avant-dernier compris, le dernier étant un rapide traité d'émission d'amateur en 50 pages. P. B.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 7 — 71e ANNÉE — 8 AVRIL 1933

QUELQUES ILES DE FRANCE[1]

par Mme Andrée DRILHON-COURTOIS

Docteur ès Sciences

« Je sentis que j'avais derrière moi toute l'Europe, toute l'Asie et devant moi la Mer, toute la Mer. »

...C'est ainsi que Flaubert, du sommet désolé de la Pointe Saint-Mathieu, découvrit un jour l'Océan.

Cette impression, on imagine sans peine qu'elle fut ressentie plus vivement peut-être par les premiers humains qui des brumes orientales et des déserts de l'Asie se heurtèrent à cette première barrière infranchissable, l'Atlantique, sur ces terres auxquelles la légende a donné l'assonance funèbre de « *finis terræ* ».

Derrière eux, des milliers de lieues de steppes, de forêts, de marécages, de landes, de monts, de plaines et de vallées ; devant eux, « l'immense virginité des eaux », comme dit Le Goffic : ils avaient atteint « l'Ar-mor » le pays du bord de la mer.

Et cette sensation de limite que Flaubert a connue, on se heurte à elle de quelque côté qu'on se porte comme une obsession, comme une hantise.

Pointe de Pen-Hir, Cap de la Chèvre, Pointe du Raz, Rocs de Pen'march, Presqu'île de Quiberon, autant de tentacules géants par où la terre paraît s'accrocher comme si le Continent avait jeté l'ancre.

Ces amarres pourtant se sont rompues parfois, leurs cordons granitiques nervés de schistes noirs ont cédé, parsemant l'Océan de ces lambeaux épars, déchiquetés, brisés, épaves désolées du grand vaisseau continental.

Une poussière d'îlots roses et gris s'est essaimée, et derrière ces brisants posés sur les flots comme des gardes avancées, le pays de la Mer s'est éveillé au jour.

La grande originalité de ces terres insulaires tient avant tout à l'air d'archaïsme qui s'est perpétué presque sans altération dans l'attitude des êtres comme dans la physionomie des choses.

Géologiquement elles sont parmi les aïeules du monde : les neuf dixièmes de l'Europe dormaient encore sous les eaux de la mer Silurienne que déjà les granits bretons étaient là comme l'avant-garde du Continent futur.

Or tels ils étaient dans ces lointains vertigineux de l'histoire du globe tels, ou peu s'en faut, ils sont restés.

A l'époque quaternaire, sur la foi des géologues, on assure que les côtes auraient subi quelques vicissitudes ; les eaux marines s'infiltrant dans les vallées auraient détaché toute une par-

(1) Conférence faite à l'Institut Océanographique, le 26 novembre 1932.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

tie du Continent ne laissant émerger que les plus hauts sommets du massif armoricain. Ce sont aujourd'hui à nos yeux ces îles nombreuses qui parsèment nos côtes, témoins des terres noyées dans l'Atlantique.

Cette péninsule, « spectatrice de l'Océan », comme disait Pline l'Ancien, s'est laissée fouiller, sculpter, pétrir par la grande artiste qu'est la mer, qui y a déployé en mille fantaisies gracieuses ou terribles le jeu mobile et incessant de ses forces élémentaires.

De là ces architectures cyclopéennes taillées en plein schiste ou en plein granit qui s'étagent d'*Ouessant* à *Oléron*, de là ces îles multiformes et multicolores, tantôt isolées, tantôt groupées en cyclades, tantôt douces et idylliques, tantôt rudes et farouches comme Ouessant, triste com-

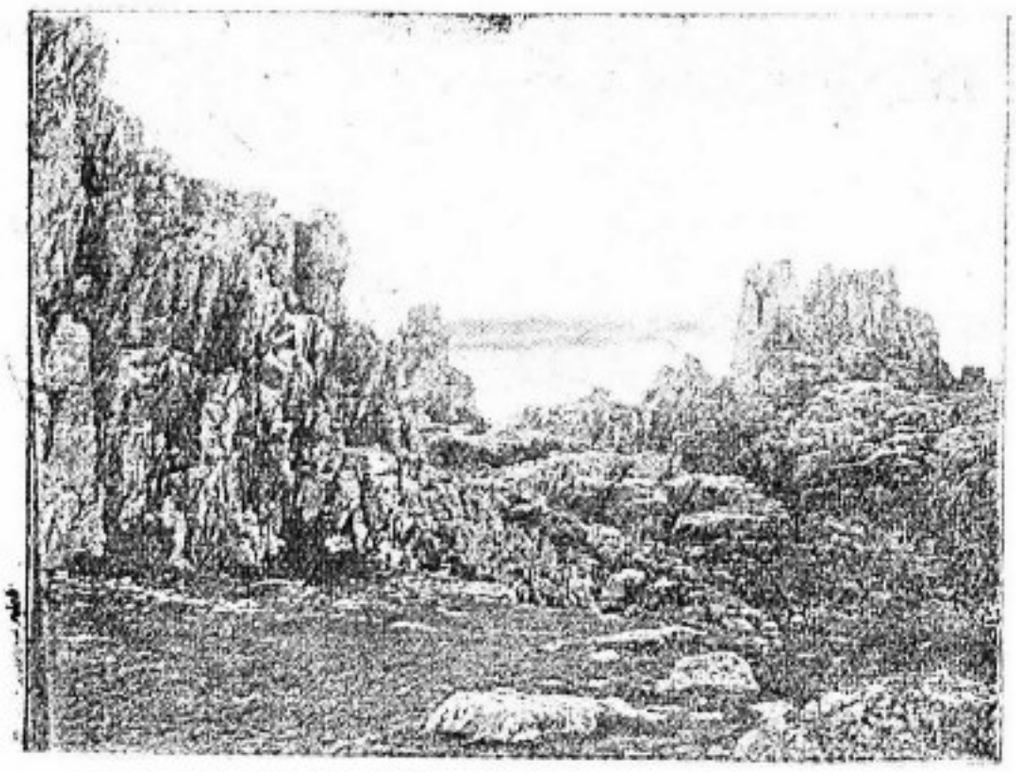


Fig. 1. — Ouessant : Rochers à la pointe du Créach.

me l'Ile de Sein « ce radeau en détresse », d'autres enfin érigeant des carènes triomphales couronnées de gazon comme cette merveille de Belle-Ile la bien nommée.

Mais ces roches détachées sont innombrables et, abandonnant délibérément à leur solitude désolée la quasi-totalité de ces grapillons rocheux, habitats provisoires de quelques mouettes ou courlis, portons notre attention sur les terres humaines, celles où l'homme a de haute lutte conquis sur la nature le droit de vivre et où il défend au jour le jour contre son ennemi héréditaire, l'Océan, une existence qui emprunte à la mer sa rudesse, sa beauté, sa mélancolie et sa gloire.

Tout au long des rivages marins de France, chaque bande du terroir côtier a sa physionomie très personnelle, on serait tenté de dire son air de famille.

Les pâles falaises crayeuses striées de gris et peintes d'herbe verte à leur sommet, comme des bergeries d'enfant, situent sans erreur la côte normande !

L'interminable dune mouvante frangée à l'infini de bois de pins et voilà reconnue la Gascogne sur son bord océan !

Pâturages aux herbes rares où les marais salants découpent leurs damiers aux gemmes scintillantes, landes plates où s'ouvre parfois la crique dorée d'une plage aux sables chauds : image des rives de la Saintonge ou de l'Aunis !

Et si nous imaginons un navire de légende entièrement dépourvu d'instruments de navigation, déporté par des courants aussi capricieux qu'illusoires et s'en venant échouer sur un point quelconque des rives françaises, on a presque l'impression que son équipage retrouverait aisément sa route au seul visage familier de la côte.

Ainsi en la campagne de notre enfance le vieux clocher ou le chêne centenaire sont pour nous des repères combien plus sûrs que la carte d'état-major ou l'index topographique.

Mais si ce bateau désemparé s'en venait donner sur les brisants occidentaux des îles côtières, point d'espoir alors de fixer par des images précises une reconnaissance exacte du lieu d'échouage.

S'arc-boutant à l'Océan comme le terrien à la tempête, les îles ont « fait le gros dos » : elles ont enflé leur côte au couchant comme un butoir gigantesque n'offrant à la rage destructive des vagues que leurs arêtes vives de schistes ou de granit.

Échappant seule à cette règle orographique, l'île de Sein uniformément plate, étale son soubassement rocheux à quelques mètres au-dessus des eaux, « si basse à l'horizon, qu'on dirait un radeau ».

Il ne faudrait cependant pas conclure à une monotonie de structure ou, pour employer notre terminologie moderne, à une tectonique « en série ».

La nature, comme partout, a mis sur chaque île son sceau personnel.

La plus septentrionale de toutes, *Ouessant*, doit à sa situation hardie à la croisée des chemins maritimes de Manche et d'Atlantique le privilège d'offrir prise sur toutes ses faces aux courants combinés des deux sens.

Haute de ses 30 et même 60 mètres au-dessus du niveau moyen des eaux, c'est une table presque horizontale, uniformément verte d'une herbe courte et salée, seule végétation capable de résister par sa hauteur réduite aux vents qui balaient en tous sens cet immense plateau rocheux.

Taillée à coups de hache sur son versant Ouest et Sud-Ouest, les éclats en jalonnent ses rives de récifs et de brisants de la Pointe de Créach à l'îlot de Kereller et au Cap du Stiff.

Plus émoussée vers le Nord-Est et l'Est, usée, limée en des roches moins dures, elle ouvre à l'abri relatif des rages marines du couchant les

deux baies paisibles du Stiff et de Port Darland.

Et quand contournant le Sud de l'île par le dangereux passage du Fromveur, le « grand effroi », le bateau s'éloigne d'Ouessant, c'est cette image certes encore dure et sauvage qu'on emporte, mais qui n'a plus cependant l'effroyable beauté tragique de l'autre bord...

... comme si vers la France qu'elle regarde, l'île s'était faite plus douce, plus souriante pour se faire pardonner d'être si loin de la terre bretonne, sa terre natale.

Presque à mi-chemin sur cette route du retour vers la côte, vers la « grand'terre » comme on dit, au milieu des Pierres Vertes, cette poussière d'écueils entre lesquels l'*Enez Eussa*, vieux routier des mers se glisse en serpent, s'allonge blanc et vert le minuscule îlot de Molène.

Malgré ses 20 mètres d'altitude rehaussés par

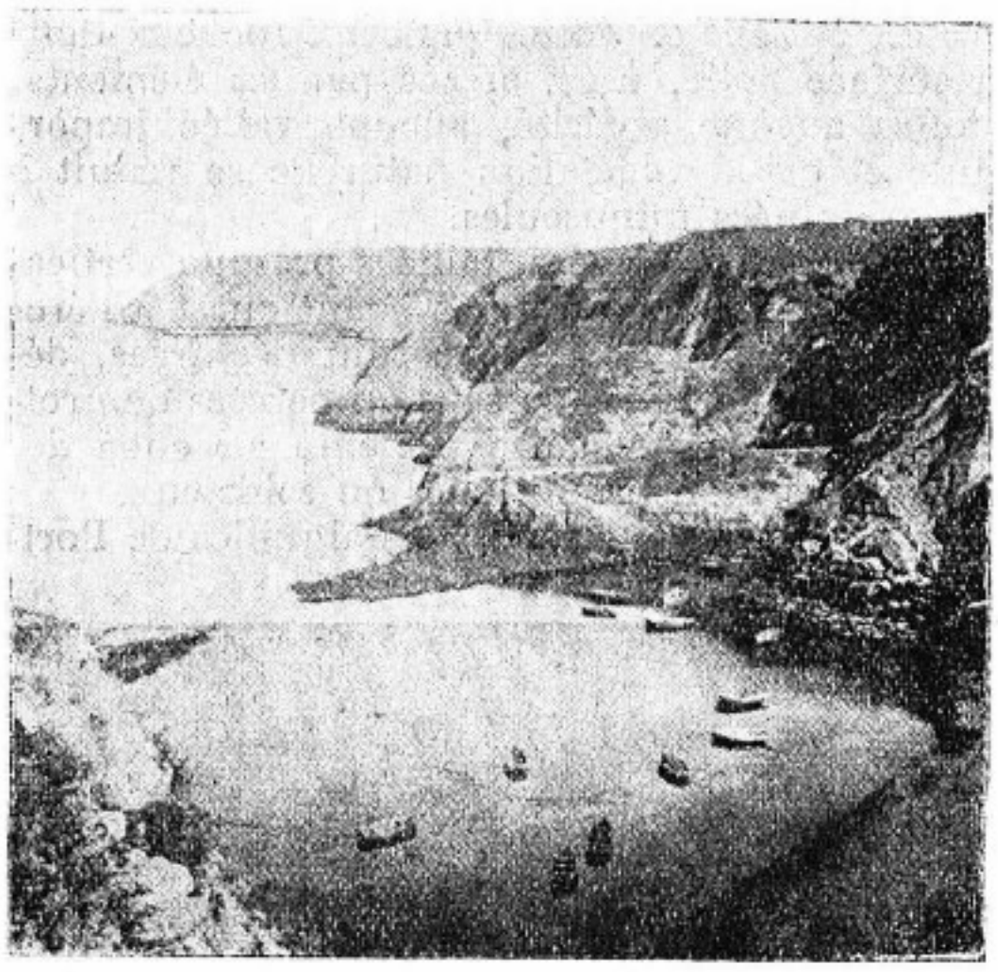


Fig. 2. — Ouessant : Port du Stiff.

la fine flèche de l'église paroissiale, l'île semble presque plate aux côtés des falaises d'Ouessant.

Dix minutes suffisent pour la traverser dans sa plus grande longueur, et ses quelque 600 habitants s'entassent dans les maisons blanches et grises groupées vers le Nord-Est à la tête de la petite jetée qui referme sur les quelques voiliers indigènes son bras protecteur.

Bras bien faible pour qui connaît les terreurs que l'hiver déchaîne sur ces terres rudes !

Depuis le pont du bateau-courrier d'Ouessant ancré à l'escale à quelques centaines de mètres du petit port de Molène on voit s'élever tout droit dans le ciel pur les colonnes de fumées blanches du goëmon qui brûle lentement, un air léger flotte au-dessus des champs d'orge et le soleil léchant les pierres grises du petit port illumine les maisons de la minuscule bourgade.

A cette vue toute empreinte de douceur et de paix, combien parmi ces touristes d'été peuvent seulement imaginer ces terribles journées d'hiver, ces jours noirs de décembre, le très sombre « quand un mur de houle cerne l'île, quand l'écume gicle et fuse à des hauteurs prodigieuses s'abattant comme une neige sur ses bords » et que, sous le ciel de suie, en plein tourbillon, les phares de Creach et du Stiff balaient en cadence le ciel de leurs feux alternés dans le lugubre mugissement des sirènes d'alarme.

Ce cri affreusement poignant, au rythme plus triste qu'un glas funèbre, il nous a été donné d'en éprouver toute l'émouvante mélopée à la veille de gagner l'*île de Sein* dans la lande désolée de Penmarch.

Une brume si dense que le ciel en était obscurci et que la nature semblait ouatée, une de ces brumes d'été, brusque et tenace, baignait la côte sud du Finistère.

Et dans cette demi-teinte qui fondait choses et gens en un gris d'ardoise, la triste couleur de l'hiver, dans cette lumière voilée comme un ciel de deuil, la sirène du phare d'Ekmühl répondait tristement au bruit des vagues invisibles : l'homme et l'Océan chantaient en duo de leurs voix discordantes les psaumes mélancoliques et funèbres des soirs d'hiver.

Cette même tonalité sombre, cette atmosphère de tristesse, baigne à l'état permanent, on pourrait dire à l'état endémique, l'île de Sein.

Quel que soit l'état du ciel ou de la mer même sous l'azur limpide si rare des étés bretons, l'île des Sept sommeils, « l'Enez Sizun » des vieux Celtes s'étale sur l'eau comme un gigantesque nymphéa gris de qui le phare semble la fleur.

Et comme pour en faire contraster la teinte élavée, une foule de brisants, de roches et d'écueils disséminés à plusieurs lieues autour de l'île, l'entoure d'une ceinture d'écume d'un blanc immaculé.

Vaskern, Nerroth, Ar Gazek, Kerlaourou, Trouzern, Kernefan, noms étranges, sonores et sinistres de cette couronne rocheuse, semblable, dit Le Goffic, « à une meute de chiens enragés bavant et jappant après le naufrage ».

Quand après avoir doublé à droite le phare isolé de Tevenec et laissé dans son sillage la vieille Corbellela et l'éperon du Raz, le vapeur brestois vous débarque au cœur du Nymphéa, au port de Sein, le paysage s'éclaire d'images inattendues. Alignées sur deux rangs en amphithéâtre, des maisons blanches, aux volets de couleur, s'ouvrent sur des quais presque modernes ; elles sont si serrées, si pressées les unes contre les autres que les rues (des venelles de 1 m. de large), paraissent découpées dans la masse.

Sur ce lambeau de terre désolée (2 km. de longueur sur 1 km. de large) pas la moindre élévation de terrain. Tout ce qui dépasse le niveau uniforme de 3 m. 50 est artificiel et créé de mains d'homme : le phare et l'église.

La campagne (mot bien pompeux pour parler de pareil pays !) ignore arbre, arbuste, ronce ou fougère et dans les champs (damiers bordés de pierres sèches de quelques mètres de côté), l'orge et la pomme de terre livrent au vent et à

Fig. 3. — Ouessant : Abri pour les moutons.

la mer un combat pour la vie qui ne se termine pas toujours à leur avantage.

Cette île est celle du néant végétatif : un ponton rocheux perdu en mer, parcelle un peu vaste d'une poussière de rochers sauvages.

Dispersés eux aussi comme des cailloux lancés d'une main maladroite, groupés en un cercle moins menaçant que les récifs de la chaussée de Sein, *l'archipel des Glénans*, barre à plusieurs lieues au large l'entrée de la baie de Concarneau.

De terre cultivable peu ou point sur cette multitude d'îlots minuscules. Parfois, comme à Saint-Nicolas ou à Penfret un peu d'herbe, maigre pâture à moutons ou à bœufs, tapisse quelques rochers bordés de criques sableuses.

L'île du Loch, une des plus vastes (900 m. de long) se creuse en son centre d'une lagune aux eaux saumâtres comme ces atolls coralliens des mers chaudes auxquels elle emprunte la mélancolie du paysage.

Mais sur ces quelques arpents émergés des eaux, un défi à la science botanique, un échec à l'art de l'horticulture, le mystérieux narcisse des Glénans... unique espèce au monde qui n'a supporté aucune adaptation, aucune acclimatation hors des cieux de son îlot natal. Curieuse anomalie de végétation qui rehausse l'originalité de cette grappe éparpillée de petites terres entre lesquelles les voiliers de Concarneau filent doucement, éclairant l'horizon de leurs voiles aux couleurs chaudes du couchant. Parmi eux se glissent parfois, venant du large, quelques thoniers à haute mâture ; portant en avant du grand mât ces lignes géantes, ainsi que des antennes prodigieuses qui les font ressembler à d'énormes insectes marins, ils rallient en fin de pêche Port-Tudy ou Port-Lay, les deux abris servant de ports à *l'île de Groix*.

C'est là que nous retrouvons la grande ligne à la fois orographique et géologique qui relie si étroitement les quatre grandes îles côtières : *Ouessant, Groix, Belle-Ile et Yeu*.

Détachées du même Continent, formées des mêmes roches, elles affectent une similitude de structure si étroite que les décrire successivement serait une répétition fastidieuse. Leur superficie seule les sépare, mais tout contribue à les unir.

Très hautes sur l'eau, bordées de falaises verticales, ce sont de vastes plateaux rocheux dont la surface polie, usée, arasée par les éléments, n'offre aucune aspérité, aucune vallée importante et où la végétation naturelle se réduit à des graminées minuscules.

Les côtes très élevées, taillées presque verticalement, soumises par leur versant ouest à l'érosion perpétuelle de l'Océan sont déchirées, déchiquetées, hérissées de caps ou percées de grottes, selon que la falaise présente au choc des vagues des filons granitiques ou schisteux.

La côte d'Enfer à Groix, les aiguilles de Port-

Fig. 4. — Ile de Sein : Femmes au Port.

Coton et de Port-Goulphar à Belle-Ile, les Rocs du Vieux Château à Yeu en sont des exemples typiques.

Moins brutalement soumises à l'action du flot, les rives orientales tournées vers le Continent sont désagrégées plus doucement.

Quand s'en vient mourir à fleur d'eau une vallée minuscule, un affaissement de la côte, quelques maisons s'y entassent, une ou deux

digues plus ou moins robustes enserrent la petite baie naturelle et un port nouveau offre aux pêcheurs de l'île un hâvre protecteur.

Port-Tudy à Groix, Port-Sauzon à Belle-Ile et Port-Joinville à Yeu n'ont point d'autre formation.

Parfois dans la masse aux formes émoussées de cette façade tournée au levant, une petite crique étale ses galets ou ses sables chauds où le mica et le quartz étincellent, « formant un écrin magnifique aux gemmes multicolores dont resplendit la falaise ».

Et là-haut, sur l'immense table ovale, à peine bosselée, un paysage d'une monotonie décevante : plaine immense piquée de loin en loin de quelques rares maisons, au-dessus desquelles les colonnes blanches des phares partagent avec les clochers la domination des hommes et des choses...

Descendant vers le Sud, nous allons aborder la série des îles alluviales, *les bases îles*, comme on les nomme par opposition aux îles bretonnes de l'Océan. Mais auparavant il nous faut mentionner, en guise de transition, un groupe îlien minuscule par sa superficie, mais qui prend du fait de sa situation géographique une importance primordiale, les îles d'*Houat, Hoëdic et Dumet.*

De leur histoire géologique et de leur configuration, rien à dire qui n'ait déjà été appliqué aux descriptions géographiques des grandes îles bretonnes.

Les mêmes roches soumises aux mêmes érosions éoliennes et marines ne pouvaient que donner un relief inspiré des mêmes formes orographiques.

C'est cependant la plus petite de ces îles (si petite que la plupart des Atlas vont jusqu'à la négliger) qui possède le privilège curieux pour une terre si désolée d'être d'après les travaux de M. le Professeur Berget, le centre des terres habitées, le pôle continental de la Terre.

Voici le sens d'une telle appellation. Le rapide examen d'un globe terrestre nous permet de constater l'inégale répartition à sa surface des océans et des terres émergées : alors que l'hémisphère austral renferme la majorité des océans, 83 o/o, l'hémisphère Nord est surtout continental (63 o/o). On imagine dès lors sans peine qu'il est possible de partager par un grand cercle la surface terrestre en deux hémisphères, dont l'un contient le maximum des terres par rapport à l'eau, tandis que l'autre contient le maximum possible de surface océanique par rapport à la surface continentale.

Des déterminations successives ont permis à M. le Prof. Berget d'établir que le pôle continental (pôle du grand cercle de séparation) coïncidait exactement avec l'île Dumet, grain détaché du chapelet des îles bretonnes qui étale son croissant rocheux au Sud-Est de la presqu'île de Quiberon.

L'antipode de l'île Dumet est un point situé un peu au Sud de la Nouvelle-Zélande.

Parallèlement à la côte basse du Boccage Vendéen et de l'Aunis, orientées de Nord-Ouest à Sud-Est, s'allongent nonchalamment, comme des Naïades assoupies, *Noirmoutier, Ré et Oléron*, entre lesquelles s'insère l'îlot historique d'*Aix*.

Point ici de ces spectacles majestueux empruntés à la richesse de coloris des roches, à l'impression de sauvagerie qui se dégage des falaises schisto-granitiques de Bretagne. Géologiquement ce sont des terrains secondaires ; le jurassique de l'Aunis et le crétacé de Saintonge se partagent la constitution rocheuse. Physiquement ce sont des terres plates sans autre relief que celui des dunes littorales ; ce relief n'est d'ailleurs point négligeable : certaines dunes d'Oléron sur la Côte Sauvage atteignent jusqu'à 35 m. de haut.

La mer n'a pu en effet se livrer sur la côte Ouest à son œuvre destructrice comme sur les schistes des îles bretonnes. Parfois elle s'est heurtée à des fragments de falaise crayeuse donnant une fausse impression de côte rocheuse et élevée, principalement aux extrémités Nord-Ouest de ces îles. Telle la pointe de l'Herbaudière à Noirmoutier, celle des Baleines à Ré, celle de Chassiron à Oléron. Mais en général les tempêtes d'hiver se sont bornées à amasser sur le socle calcaire qui réapparaît de place en place les sables désagrégés.

Poussées par le vent, gonflées par le flot, les dunes ondoyaient en vagues menaçantes qu'il a fallu fixer par des pins, à l'imitation du littoral landais. Quand l'homme ou la nature se sont refusés à la création de ces forêts artificielles, le sol sabloneux dispute le terrain aux marais salants comme dans le Sud de Noirmoutier.

Mais le plus souvent à l'abri de ces conifères mêlés de chênes verts l'insulaire terrien plus que marin a morcelé en une infinité de parcelles, « de raizes », une terre qu'enrichit encore la fumure du goëmon.

Sur le versant oriental, si peu profond qu'à marée basse ils sont parfois reliés au Continent, des petits ports de cabotage s'ouvrent sur des pertuis vaseux. Et sur ces terres que le flot caresse avec douceur, presque avec amour, les « mulons » de sel blanc au bord des marais qui sommeillent, les moulins abandonnés dont les ailes brisées pendent comme des bras inutiles, les vignes alignées en files immobiles, jusqu'aux maisons blanchies de chaux sous leurs toits de tuile rouge, tout concourt à donner au nouveau débarqué une impression peut-être charmante, mais un peu irritante, un peu décevante : celle qu'il n'a pas découvert vraiment une « île ».

On peut donc opposer les îles océanes selon leur situation par rapport à l'embouchure de la Loire, exception faite d'Yeu, bien entendu, qui solitaire, s'est égarée loin de sa mère patrie, la chaîne armoricaine.

Au Sud de Pornic en effet, sur un soubassement géologique secondaire, Noirmoutier, Ré et Oléron, îles basses, bénéficent d'apports constants dus à la mer et s'enrichissent parfois des alluvions amenés par les fleuves côtiers.

Au Nord de la Loire, des roches primitives

Fig. 5. — Ile de Sein : Les Champs.

schisteuses et granitiques, grignotées par le flot et soumises de par leur situation géographique à un climat plus rude et partant à une pauvreté plus grande du sol.

Dans le premier groupe les productions naturelles abondent. La récolte du goëmon fournit un engrais économique de premier ordre qui rehausse encore la valeur agricole du terroir.

Bien abritées des vents d'Ouest, la culture maraîchère y a pris une extension qui n'est limitée que par l'espace, et légumes et primeurs sont abondamment déversés sur le Continent par les petits ports côtiers.

La vigne, importée avec succès, surtout à Oléron, fournit des crus qui ne sont pas absolument ignorés et qui empruntent à la fumure marine un parfum un tantinet iodé : en somme un excellent vin iodotannique naturel !

Les forêts de pins mêlés parfois d'autres essences sont plus des fixatrices de dunes que des sources d'exploitation régulière et la récolte de la résine ne sort pas des limites d'une industrie toute locale.

D'élevage peu ou point, la terre est trop rare et trop chère pour être sacrifiée en pâture ; seuls quelques ânes ont trouvé terre d'élection sur les dunes piquées de chardons qui bordent le Sud de Noirmoutier.

Ajoutons pour faire le point cette double industrie qui a des racines aussi maritimes que terriennes : les parcs à huîtres et les marais salants.

Sur les îles bretonnes plus d'arbres (ou si peu !). Une mince couche d'herbe recouvre un sous-sol sec et dur, reflet exact du paysage.

Quand l'espace est limité comme à Sein, on augmente la surface en ondulant le sol comme une tôle de toiture.

Mais la plupart du temps, en dépit d'une population très dense (elle est en moyenne de 160 habitants au kilomètre carré, le double de celle de la France continentale !) le sol est défriché pour les besoins immédiats des habitants au voisinage de leur maison : un peu de blé, beaucoup d'orge et de pommes de terre. Peu de grandes exploitations (Yeu ne compte qu'une seule grande ferme) et le reste est abandonné au bétail, en majorité ovin.

C'est en effet le plus facile à adapter à des conditions climatiques et à une nourriture qui sont particulièrement dures.

Sur la plus grande partie de la côte Ouest, les embruns et le vent ont décapé les roches côtières et la seule herbe qui pousse est juste bonne aux moutons insulaires.

A Ouessant même, l'indolence des îliens a étendu cet élevage et l'a érigé en production nationale : l'île exporte plus de 4.000 moutons par an.

Jadis couvert de champs et de cultures, le plateau ouessantin étale à perte de vue sa lande parfumée de serpolet, piquée çà et là de ces petits abris en étoile où les moutons liés deux à deux vont chercher par gros temps un abri relatif aux rudesses des intempéries.

La mer a pris à son service tous les hommes et les Ouessantines restées seules à la terre ont troqué insensiblement la charrue pour la houlette de bergère.

Sur toutes ces îles en effet (et presque de façon croissante, au fur et à mesure qu'on s'éloigne du Sud) la mer règne sur son peuple élu : le peuple des pêcheurs !

L'îlien est marin par essence, par goût et presque par obligation : il ne peut guère être que cela car où ferait-il l'apprentissage d'un autre métier ? où même en prendrait-il l'idée ?

Encore les relations plus étroites avec la terre ont-elles de nos jours modifié (de façon infime certes !) un état de chose passé ; mais il n'y a pas tellement longtemps on montrait du doigt comme un phénomène un peu méprisé le seul

habitant de l'île de Groix qui ne fût pas pêcheur et s'obstinât à cultiver son lopin de terre.

A Sein, il y a quelques années, s'est éteint, chargé d'âge, l'unique fonctionnaire, un surveillant du port et qui, né dans l'île, n'avait point embrassé l'une des deux vocations réservées à ces foyers bretons : celle de missionnaire ou celle de marin.

Là même où le tourisme gâte à plaisir le charme de ces terres de rêve, le progrès corrupteur importe ses servants du Continent et laisse aux insulaires le libre cours de leur destinée marine.

Ici il nous faut malheureusement (et nous nous en excusons !) affronter la statistique, science délicieuse qui fleurit dans nos ministères. Groupant un peu plus de 52.000 habitants, les quelque douze îles ou archipels que nous avons brièvement décrits, inscrivent à leur rôle maritime près de 1.800 bateaux, ce qui donne un bateau pour 28 habitants (pourcentage plus élevé que celui des autos sur le Continent). Encore faut-il noter que cette statistique est faussée par l'introduction dans son total de Ré et Oléron, ces îles de cultivateurs.

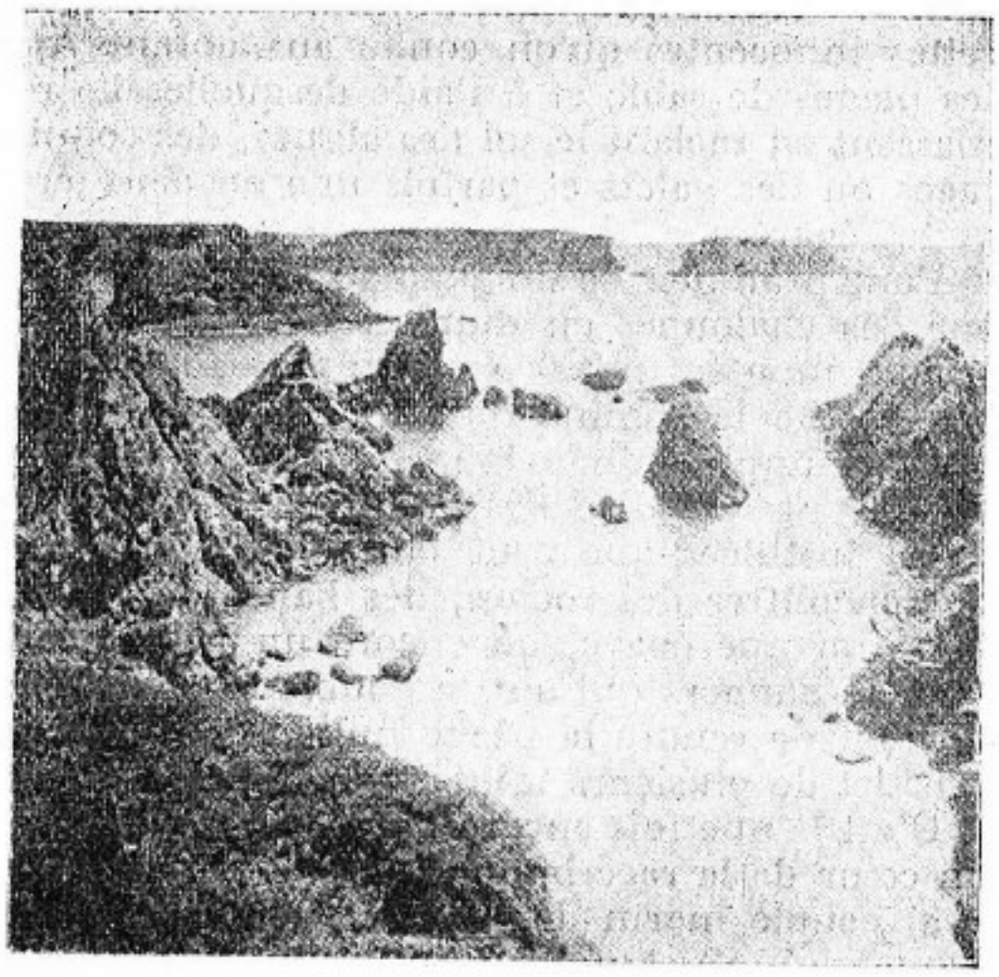


Fig. 6. — Belle-Ile : Port-Goulphar.

Si nous les exceptons et que nous estimons à 60 o/o la population de femmes, d'enfants et de vieillards inaptes à prendre la mer, on arrive au chiffre impressionnant de 1 bateau pour 7 hommes ! C'est presque la formule d'un équipage de chalutier grésilien !

Tous les îliens, d'ailleurs, n'embarquent point sur ces voiliers qui font la magnifique parure de leurs petits ports. La marine de l'Etat riche de ses uniformes de second ou de premier maître, en attire parfois les plus instruits. Et les innombrables compagnies de navigation privée constituent bien souvent leurs équipages en puisant dans cette pépinière de marins d'élite.

Si le retour au village se place toujours sous le signe d'une grande joie, l'homme accepte, sans murmure, des campagnes lointaines et l'envoi régulier de la solde ou du salaire amène l'aisance dans la petite maison aux fenêtres basses que borde un bout de champ : toute sa fortune !

Pour ceux qui ne s'exilent pas si loin des cieux de leur île natale, l'Océan tout proche est un vaste champ dont la rude moisson suffit pourtant à peine à leurs greniers.

Cette moisson, on peut en faire quatre groupes qui sont plus basés sur le mode de pêche que sur une classification rationnelle à savoir :

1° la pêche aux crustacés (homard et langouste) ;
2° la pêche au thon ;
3° la pêche à la sardine ;
4° la pêche des poissons divers.

Chacune d'elles possède sa technique particulière, sa flottille personnelle et un outillage qui lui est propre.

Nous nous permettrons seulement quelques mots sur ces quatre grands types de pêche :

1° La *pêche des crustacés* (homard et langouste se pratique au casier, c'est-à-dire à l'aide d'une nasse en osier ouverte à une extrémité et appâtée avec des débris de poisson.

Chaque casier est immergé et une bouée de liège en repère la position : le crustacé qui a pénétré dans le piège ne peut plus faire marche arrière : c'est en somme une victime du sens unique !

Peu de ports sont spécialisés dans ce type de pêche : tous la pratiquent même parfois comme ressource annexe. Cependant Ouessant, Molène, Sein et le port de la Meule à Yeu, se remarquent comme les centres les plus actifs.

Nulle part plus que dans cette mer orageuse les dangers sont plus nombreux et cependant les pêcheurs s'en vont à travers les écueils sur des petits canots gréés en sloops d'un tonnage souvent inférieur à 2 ou 3 tonneaux.

Sur leurs embarcations primitives, non pontées, montées par 2 ou 3 hommes, à travers courants, brumes et tempêtes, même au fort de l'hiver, îliens de Sein et d'Ouessant se risquent parfois à 8 et 9 milles au large tandis que sur leurs frêles esquifs, les vieux marins rôdent près de leurs îles, ou comme ils disent en leur langue imagée « autour de leur caillou ! »

2° La *pêche au thon* serait plus exactement nommée au Germon blanc, poisson de 1 m. de long, à nageoires pectorales en forme de faux, ne pesant que de 3 à 4 kgr. et qui est

bien loin des énormes thons qu'on rencontre en Méditerranée ou sur les côtes marocaines.

La capture en est fort simple ! C'est une pêche à la ligne, ligne d'une solidité remarquable et tendue à des perches ou tangons fixés en avant du grand mât. Une simple feuille de maïs ou n'importe quel bout de chiffon constitue un appât suffisant pour la voracité de l'animal.

3° La *pêche de la sardine* est tributaire du filet.

Ce dernier long de 10 à 20 mètres, et large de 2 à 3, à mailles très fines est immergé à l'arrière du bateau. Quand il a fini de s'enfoncer verticalement avec lenteur, on projette de chaque côté de la cloison qu'il forme la « rogue », mixture à formule variable et qui a généralement pour base du foie de poisson mélangé à des œufs de harengs et des débris de sardines.

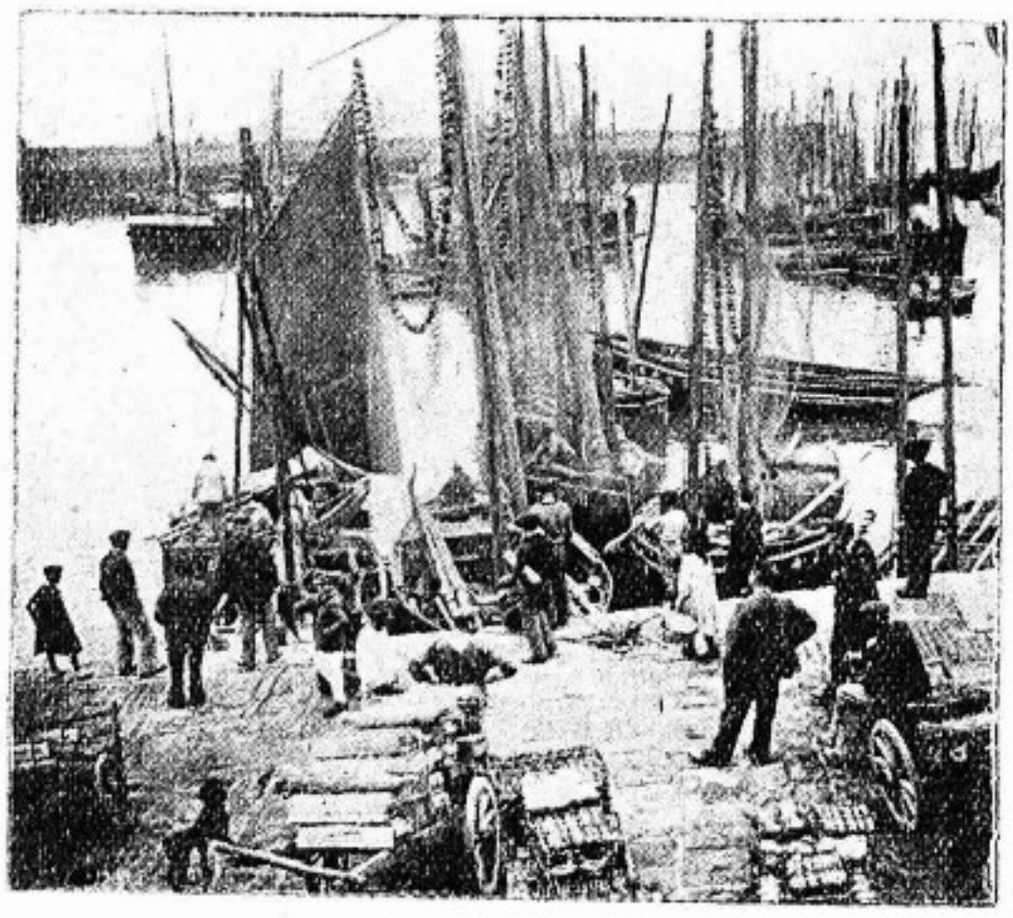


Fig. 7. — Belle Ile : Port du Palais.

Les sardines en essayant de passer au travers du filet sont arrêtées par les mailles qui les accrochent un peu en arrière des ouïes.

Le bateau continue sa course en ligne droite jusqu'à ce que le filet assez lourd soit relevé et secoué laissant se détacher les innombrables paillettes roses et argent qui s'entassent au fond de la barque. Lourde d'aléas et d'imprévus, soumise aux fluctuations des marchés, la pêche sardinière n'a plus chez les îliens que des adeptes de plus en plus rares. Groix, qui connut jadis la prospérité en cette spécialité, l'a peu à peu abandonnée au profit du thon et, hormis Belle-Ile, Yeu et le petit port de l'Herbaudière à Noirmoutier, les marins insulaires l'ont reniée.

Et l'on peut considérer que les ports côtiers du continent sont maintenant les seuls à abriter dans leurs rades ces flottilles délicates aux fines mâtures où, légers comme un tulle, les filets bleus qui sèchent, ondulent sous le vent comme des voiles irréelles.

Le dernier genre enfin des pêches pratiquées au large de ces îles atlantiques est la moins typique, la plus universellement répandue sous toutes les latitudes. C'est celle qui ramasse pêle-mêle, au hasard de la fortune, raies ou mulets, soles ou congres, bars ou carrelets : bref la pêche au chalut. La seule originalité peu glorieuse qu'elle ait conservée en ces régions tient surtout à l'archaïsme du matériel employé.

Le mécanisme de la pêche au chalut, dépouillé de toute la terminologie technique se résume à traîner au fond de la mer un filet gigantesque en forme de poche, quelque chose comme (toutes proportions gardées) ces épuisettes innocentes qu'on confie aux enfants sur les plages de sable et à l'aide desquelles ils ramassent en râclant le sol des algues, des coquillages ou des galets et parfois une ou deux crevettes égarées.

Pour pratiquer ce dragage au fond de la mer sur des chaloupes ou dundees de 20 à 25 tonneaux, montées par 6 à 7 hommes, on conçoit sans peine la somme de difficultés que nécessite la simple immersion et le relèvement du chalut. Et que dire des craintes, trop souvent hélas justifiées que peut faire naître le risque de rencontrer des roches, des bancs de coquillages ou une épave, ou encore un béluga, autant de dangers qui ont le double et désastreux résultat de rendre la pêche nulle et de détruire un filet de plusieurs milliers de francs.

C'est là une fois encore l'occasion de pénétrer au cœur de la race bretonne, celle qui forme le vrai peuple marin de ces îles, celui qui, disait Lamennais (Breton lui aussi) « lutte contre les vagues et les soumet, celui qui lutte contre les vents et les dompte, celui qui partout où s'épanche l'Océan voit reculer les bornes de son domaine ».

Pas plus qu'il ne connaît de frontières dans l'espace, le peuple breton ne découvre aisément ses limites primitives dans le temps.

L'histoire se dégage de son passé avec lenteur comme avec regret, toute embuée de légendes, de féérie et de contes mythologiques.

La nature sauvage des terres intérieures s'offrait à lui avec ses paysages tourmentés, ajoutant encore au fantastique que l'imagination neuve découvre à chaque objet.

Mais au contact de l'Océan sinistre et froid, cette angoisse du mystérieux devait atteindre au paroxysme.

Pour ce peuple « aussi primitif que son sol », a dit Michelet, cette lisière occidentale devenait le seuil de l'au-delà. Et par delà cet « en arbed », ce « bout du monde » ou cette « fin des terres » — noms si évocateurs des côtes breton-

nes — quand l'air était pur et la mer calme, s'estompaient à quelques lieues au large ces « îles bienheureuses », ces « belles-îles », les Champs-Elysées des âmes trépassées.

Pour les atteindre, plus aisément, pour parvenir plus vite à ces sites mystérieux de la béatitude éternelle, on rapporte que de longs cortèges venaient des tribus de l'Est, escortant des convois de cendres et d'ossements jusqu'à ces nécropoles prestigieuses, ces innombrables dolmens qui parsèment la côte.

Et certains soirs, au lever de la nuit, on pouvait voir se détacher du rivage de longues barques noires qui glissaient ensuite doucement sur l'eau et s'allaient perdre à l'horizon jusqu'aux « îles sacrées » ces « îles des Sept Sommeils » de la légende.

Déjà la mythologie antique, aux chaudes couleurs de l'Orient, avait prolongé, jusqu'en ces terres sauvages, l'épopée des héros d'Homère et c'est sur l'une quelconque de ces îles qu'Ulysse — dit-on — trouva le terme de ses longues erreurs.

Quand, venus, eux aussi, des rives méditerranéennes, mais sous le signe de la conquête, les Romains eurent anéanti la race celtique, ensevelie tout entière sur ses 200 vaisseaux, l'Armorique, malgré ses temples et ses villas, ses thermes et ses aqueducs, glissa peu à peu vers cet état semi-désertique où la trouvèrent au v° siècle les pirogues des émigrants de « l'Ile de Bretagne », l'actuelle Angleterre.

Empruntant la mer pour leur invasion pacifique, c'est vers la mer que les nouveaux occupants celtiques allaient désormais orienter leur activité. Pliés à tous ses caprices, rompus à toutes ses tyrannies, comme sensibles à toutes ses beautés, ils allaient devenir ceux qu'on a pu justement nommer les « virtuoses incomparables de l'Océan ».

Et sur ces îles, véritables terres d'élection, cette race originale devait épanouir si magnifiquement ses vertus et se perpétuer sans altération dans toute sa pureté primitive.

On prétend que parfois sur les brisants de leurs écueils, quand venait se perdre quelque navire étranger, les heureux rescapés du naufrage ne quittaient point impromptu la terre de leurs sauveteurs...! De là cette couleur d'exotisme surtout chez les iliennes à qui une vie moins rude que celle des hommes a conservé des stigmates plus marqués.

L'invincible Armada, cette gigantesque et malheureuse flotte espagnole, de désastre en désastre échoua, dit-on, quelques-uns de ses navires sur les récifs de Sein et d'Ouessant...

... et si sur ces deux îles — parmi les plus farouches — on rencontre quelque brune fille à peau mate et au regard brillant, la légende y perpétue le souvenir des marins malheureux de Philippe II d'Espagne,

Il n'est pas jusqu'au costume qui n'emprunte au paysage son austérité, sa tristesse, son air de deuil.

En beaucoup d'endroits il n'a su résister! Belle-Ile, Yeu, Groix même, ne retrouvent plus qu'aux grandes fêtes religieuses quelques vestiges de l'ancien folklore. Mais là où il a survécu dans son intégrité chez tous les habitants comme à Sein et Ouessant, quel puissant évocateur du passé!

Des tableaux célèbres, tels celui de la *Veuve de l'Ile de Sein*, de Renouf, ont immortalisé, en l'exagérant même dans la tristesse, la mélancolie du vêtement presque monastique.

Echappant, grâce à l'isolement relatif, à la contamination du progrès, les mœurs des insulaires ont conservé, en général, ce cachet déli-

Fig. 8. [illegible]
Ile d'Yeu : Côte au nord de la Roche Tremblante.

cieux du passé ; la vie dans une île c'est parfois un bond en arrière de plusieurs années et ce n'est pas, malheureusement à notre époque, pour nous déplaire.

Sans doute n'y a-t-on pas partout conservé ces coutumes patriarcales qui brillaient jadis comme en écrin à Houat et Hoëdic ; une charte conclue entre les habitants et le recteur réglait alors les moindres détails de la vie des insulaires.

L'article 1er de cette constitution théocratique précise que :

« c'est le recteur qui tient note des dépenses et, comme les notables, règle ou dirige tout ce qui regarde le bien général spirituel ou temporel et ne rend compte qu'à sa conscience. »

L'article 6 traite du conseil des 12 vieillards en ces termes :

« Il y a 12 notables qui sont choisis parmi les plus anciens et les plus raisonnables ; si quelqu'un d'entre eux s'avisait de faire la mauvaise

tête, le recteur pourrait le mettre de côté et en nommer un autre.

Tout était prévu et minutieusement réglé dans ce code intérieur : l'achat du vin et des vivres, la récolte de fougères, la pêche à la sardine, la répression du vol, les prêts sur gages et nous nous en voudrions de ne pas citer en entier le court mais savoureux « article 29 » qui clôturait la charte en ces termes.

Article 29. — Des défenses :

« Il n'est permis à aucune fille qui n'a pas atteint l'âge de 30 ans de sortir de l'île sans la permission de son recteur et avec des raisons graves ; autrement elle serait gâtée.

« La défense d'avoir des chiens dans l'île doit être maintenue si le recteur veut s'épargner des désagréments.

« Pour la modestie on a défendu aux filles d'être sans « piécette » ou bavette au tablier et, comme elles sont très volages et pleines d'amour-propre, il est nécessaire de les conduire très sérieusement.

Si des conseils municipaux remplacent maintenant les 12 notables, vieillards bibliques, et si l'autorité est désormais dévolue au maire et au syndic, l'âme des îliens, qu'ils soient d'Hoëdic, d'Ouessant, de Sein, de Groix ou d'ailleurs, n'a pas suivi le rythme des transformations (des altérations, pourrait-on dire) imposées à leur existence par notre civilisation moderne.

Par ailleurs, un robuste bon sens, un courage tranquille, un esprit de solidarité un peu teinté de mysticisme règlent les détails d'une vie simple et droite.

« Ils ont dû s'adapter à d'autres mœurs, dit Le Braz, mais qui, en les exposant aux mêmes dangers, exigent d'eux les mêmes vertus. Leurs pères faisaient la course, chassaient la baleine dans l'hémisphère austral ou découvraient le Canada ; les fils sont plus prosaïquement sardiniers, thoniers, homardiers ou chalutiers et sur leurs canots, leurs côtres ou leurs goëlettes ils se contentent de labourer les houles océanes. »

Les moissons n'y sont pas toujours fécondes ni rémunératrices ; le petit mareyeur de l'île, le moyen mareyeur de Brest, de Nantes ou de Lorient, le grand mareyeur de Paris ont tous d'énormes frais, famille, maison, voiture, d'énormes risques à courir, le pêcheur ilien n'a aucun frais : il ne risque rien d'autre que sa vie.

Ce dur et pénible labeur quotidien ils l'accomplissent avec cette tranquille sérénité, cette espèce de froideur un peu rude qui masque une sensibilité exquise, un cœur qui n'a, dit Renan, « d'autre spectateur que lui-même. »

Ce que nous appelons avec emphase « sentiment du devoir », « amour de ses semblables », n'évoque à leurs oreilles aucun trait de courage particulier. « Premiers matelots du monde, que rien n'étonne, rien n'effraie », disait-on d'eux, ils sont des sauveteurs plus magnifiques encore.

Un fait sur mille parvient à peine jusqu'à nos chroniques parisiennes et quand nous l'y découvrons nous sommes confondus.

Je ne veux rappeler ici, en terminant, qu'un trait qui les illustre tous.

En décembre 1917, à 11 heures du soir, au large de l'île d'Yeu, un vapeur norvégien, *L'Ymer*, heurtait une mine allemande : nuit glacée d'hiver — 15° au-dessous de zéro — mer démontée.

La sirène d'alarme retentit, appelant à leur poste héroïque les occupants du bateau de sauvetage.

On est en pleine guerre, rien que des vieux. Bien vite pourtant le canot se garnit mais la sirène continue son appel sinistre, une place restant vide, la dernière, celle d'Adolphe Izagard, 70 ans, cloué au lit par la fièvre.

Peut-être un autre prendra-t-il sa place, mais en 1917, rares sont les hommes valides demeurés à l'île.

Enfin, la sirène se tait, le canot part au complet : Ad. Izagard avait rejoint son poste, ne trouvant pour répondre à sa femme qui tentait en vain de le retenir que ces mots d'une sublime grandeur dans leur simplicité : « Si on m'appelle, c'est qu'on a *encore* besoin de moi. »

Quand après avoir erré 72 heures dans la brume, déporté par les courants, le canot de sauvetage désemparé échoua sur la côte sud du Finistère (à Benaguès) parmi les sept survivants se trouvaient 11 cadavres de sauveteurs qu'il fallut dégager à coup de hache de la glace qui leur servait de linceul.

La mer les avait unis dans la mort, comme elle a rassemblé les îles, ces terres éparses et les a dotées de l'unité sous laquelle elles s'incorporent à la France.

Depuis Ouessant cachée sous sa chevelure de pluie, derrière ses falaises de dentelle noire, jusqu'aux landes dorées d'Oléron empanachées de pins et de chênes verts, elle manifeste sa volonté tour à tour complaisante et brutale.

Lampaul ou Port Joinville, Le Palais ou Saint-Martin, au fond de vos larges baies ou accrochés dans un trou de la côte, derrière vos quais primitifs ou vos appontements modernes, ce sont les mêmes voiles que le soir ramène vers vous dans cette brume légère toute parfumée d'algues et de sel.

Sur ces vaisseaux qui en s'enlaidissant avec les siècles ont perdu jusqu'à leur jolis noms de caravelles ou de trirèmes pour les dures euphonies modernes de cargos ou motor-ships, sur ces puissants navires qui s'égaillent en des mers lointaines, frères et fils de pêcheurs iliens vous aussi vous prolongez à votre façon le lien qui enserre et unit vos patries minuscules.

Déjà vos îles natales éparpillées en avant-

garde nous permettaient de ne point arrêter l'horizon aux contours rigides et durs de la côte continentale, mais ce prolongement de la « grand terre » comme vous l'appelez, vous l'étendez maintenant à l'infini.

Marins obscurs ou héros de légendes, sur vos voiliers ou vos transatlantiques, c'est par vous que la France étend ses limites au-delà de ses frontières, par vous que le cœur de la nation peut battre au rythme du monde, c'est par vous que s'éclaire l'alexandrin lumineux qui termine la *Porte Océane :*

« Un pays sans marine est un oiseau sans ailes ».

CAUSALITÉ ET FINALITÉ

par le Général VOUILLEMIN

D'après l'Ecole de Vienne (1), l'activité philosophique doit avoir pour rôle positif de contrôler que tous les énoncés issus des sciences particulières ont bien un sens. Avoir un sens, c'est comporter des critères, pour le moins concevables, permettant de trancher entre l'exactitude et la fausseté des affirmations produites. On ne recevra dans l'édifice logique de la science que des énoncés pourvus de sens. Or nous nous exprimons avec des mots et c'est par des *actes* que nous devons justifier de leur emploi légitime. Ces actes sont plus ou moins intégralement à notre portée ; mais nos énoncés seront vides aussi longtemps que ces actes ne seront pas concevables par nous. Je dois spécifier ce que j'entends quand je dis : « Cette étoffe est jaune » ; je le ferai en indiquant les actes conduisant à la vérification de mon dire.

L'Ecole distingue entre avoir un sens *pour les hommes* avec la seule expérience humaine, et avoir un sens conditionné par l'existence d'un être supérieur doué de facultés infiniment puissantes. Puissance et facultés recevant le sens fondé sur notre puissance et nos facultés personnelles, par un passage à la limite. Autrement nous parlerions sans nous comprendre nous-mêmes. Cette distinction est expressément affirmée dans le remarquable ouvrage de Ph. Frank (de Prague) sur la loi causale et ses limites (2), auquel j'ai demandé l'inspiration de cet article.

En bref, la signification de tout énoncé est donc fournie par les actes de sa vérification. Ils peuvent être inexécutables aujourd'hui, comme l'examen au microscope d'un point sur la Lune; pourtant il suffit que je sache en quoi consiste l'examen d'un point au microscope pour comprendre ce que veut dire l'énoncé. Mais connaître à un moment donné les positions et les vitesses de *toutes* les particules composant l'Univers, pouvoir intégrer les équations newtoniennes correspondantes — postulat du déterminisme selon Laplace, tout gratuit d'ailleurs et dicté simplement par la superstition newtonienne — cela ne peut et ne pourra jamais prendre un sens qu'en liaison avec l'existence, dans la signification du mot « existence » qui se contrôle avec des actes humainement concevables, d'un être pourvu de facultés intellectuelles poussées à un degré infini. Si, l'on écarte cette existence, le célèbre énoncé de Laplace n'est que phrase redondante. Car être prédéterminé ne veut rien dire de plus que « se produire », sans l'indication de qui *possède* le moyen de prédéterminer, c'est-à-dire quelque chose comme une formule donnant l'état du monde à l'intant t+dt au moyen de l'état à l'instant t. Sinon rien ne permettra de trancher entre prédéterminé et non prédéterminé ; ces mots resteront vides, simples *flatus vocis.*

Cela posé, dont l'importance est grande, nous définirons *scientifique* la connaissance dirigée vers les moyens de pronostiquer ainsi l'avenir, en exploitant le fait expérimental de sa connexion plus ou moins profonde et régulière avec le passé. Lorsque nous rencontrerons un dépassement ou une négligence de cette définition, nous devrons en rechercher le sens avec une logique rigoureuse.

*
* *

Dans l'industrie intellectuelle humaine on arrive à des résultats intéressants, pour des phénomènes pratiquement circonscrits, en appliquant la méthode suivante : on fait le signalement à un moment déterminé au moyen de « grandeurs d'état », signalement sans autre prétention que de permettre la distinction d'un

(1) *Revue Scientifique* du 24 septembre 1932.
(2) Chez Springer, Vienne (1932).

état parmi les autres — on l'introduit dans des « instruments scientifiques » (1), mathématiques généralement, comme aussi les grandeurs demandées aux méthodes de mesure, que l'on fait jouer en appliquant les opérations symbolisées par leurs formules — il en sort les « grandeurs d'état » constituant le signalement de l'état à un instant ultérieur. Il faut donc chercher grandeurs d'état et instruments susceptibles d'être associés pour atteindre ce but pratique et simplement humain, de l'ordre du laboratoire et de l'usine, frappé des imperfections, de toute industrie humaine.

De l'Univers avec un grand U il ne peut être ici aucunement question sans tautologie, ni des grandeurs d'état et instruments gardés au musée platonicien des Idées pures. Dans la connaissance scientifique la technique humaine domine ; j'ai dit ce qu'est un signalement ; les instruments, eux, ne sont que des procédés. Si quelqu'un y trouve davantage, il devra exprimer ce « davantage » par des mots conduisant à des *actes* de vérification. La connaissance scientifique diffère en cela de la métaphysique, qui se tient aux mots et refuse leur contrôle par des actes de prise d'appui sur le monde lui-même ; elle n'accepte que celui d'une soi-disant Raison qui, à elle seule, donnerait à l'homme le pourquoi et le comment de la structure universelle, indépendamment de tout univers. La connaissance scientifique dénonce ces fantaisies ; elle scrute par le menu de tout modestes cantons de la Nature, y poursuivant le consciencieux accomplissement de sa tâche. Là où elle a réussi, elle a constaté que la puissance suprême n'appartient pas à la Raison des hommes. Elle ne définit le domaine de ses conquêtes avec des mots pourvus de sens, qu'en abandonnant la puissance suprême à un être extérieur à la Raison humaine et à l'Univers lui-même.

*
* *

. C'est le groupe des grandeurs d'état à l'instant t que l'on appelle « cause », et c'est le groupe livré par l'instrument pour l'instant t+dt que l'on appelle « effet ». On définit là tout bonnement des mots pour figurer brièvement ce que l'on fait. D'autres voudraient suivre à travers l'instrument une espèce de furet qui, étant passé par ici, *doit* être retrouvé par là. Quel est le sens de cette obligation ? Obligation envers qui ou quoi ? Car le mot « obligation » ne signifie rien sans ce complément. On suit parfois la *constance* d'une fonction mathématique des grandeurs d'état, simple traduction de la notion même de régularité physique. Mais ce n'est pas le furet du métaphysicien.

(1) Article précité.

Une autre superstition, lourde pour l'évolution de la science physique en général, a consisté longtemps dans la croyance aveugle — un véritable fidéisme — qu'il y a dans le susdit royaume des Idées pures un instrument scientifique *universel* et que Newton a rapporté du Sinaï les tables de sa loi. L'incroyant Laplace en a poussé la dévotion jusqu'à la candeur, sans lui donner pourtant la seule signification qui en résulterait pour les hommes, celle d'un gouvernement autoritaire et unique. La conséquence pour la connaissance scientifique était de diriger exclusivement les recherches vers des grandeurs d'état du type comporté par l'alimentation de cet instrument particulier : des masses, des positions, des vitesses.

Incontestablement, cette façon de voir a donné des résultats précieux dans l'ordre pratique industriel : mécanique céleste, mécanique de l'industrie courante, mécanique moléculaire rudimentaire. De ce fait, les recherches de la connaissance scientifique, ont très légitimement adopté ce point de départ, spécialement bien défini et étudié du point de vue mathématique. Mais l'activité philosophique a le devoir de contrôler si la doctrine se suffit à elle-même pour mener les problèmes jusqu'au bout ; si l'instrument ne devient pas illusoire chemin faisant ; si, consciemment ou non, on n'a pas dû l'*altérer*. Elle précisera les circonstances où se produit la défaillance et s'efforcera de donner un sens aux apports qui doivent y parer. Sa critique va l'obliger de conclure contre le prétendu succès général de l'instrument connu sous le nom de « matérialisme ».

*
* *

Une question préjudicielle: est-il légitime dans les sciences d'employer le mot « loi », à propos des instruments scientifiques ? En fait, l'élaboration rationnelle des données de l'observation et de l'expérience ne fournit jamais que des *régularités*. Or, en quoi consiste la différence entre « il y a régularité » et « il y a loi ? » Dans la notion supplémentaire, du second cas au premier, de législateur, d'autorité active, de volonté agissante dérivant d'une activité de nature psychique. Pour la transporter dans le domaine des faits naturels, il faut introduire l'existence d'un être qui soit, dans l'ordre de l'autorité humainement conçue, ce que l'inflexibilité des régularités naturelles universelles est à la fragilité des régularités voulues et organisées par les hommes. Autrement, les mots employés sont détournés tendancieusement du sens qui leur appartient dans tous les langages. Or, l'activité scientifique ne se développe que dans le cadre de la notion de régularité ; elle sort de son droit strict en usant du mot « loi ».

Il n'est pas indifférent de prendre acte de ce que ce mot a été néanmoins usité depuis longtemps avec sa signification intégrale, faisant état d'une *croyance* qui dépasse le domaine purement scientifique. On ne manquera pas de la mettre au compte de la naïveté des hommes qui nous l'ont transmise. Frank n'accepte pas sans réserve un pareil dédain ; il dit assez finement que nos ancêtres étaient plus près que nous des phénomènes naturels, parce que leur sens commun n'était pas, comme le nôtre, intoxiqué par cent théories exorbitant plus ou moins des faits immédiats et tombées depuis comme châteaux de cartes, non sans avoir laissé le préjugé dans nos intelligences.

Les théories atomistiques fournissent un exemple clair de la défaillance de l'instrument newtonien et des artifices suspects, généralement dissimulés, appelés au secours des organes matérialistes pour son aboutissement final.

Considérons un essaim de moucherons. Nous sommes capables de vivre les expériences position et vitesse d'*un* moucheron, de parler sensément des positions et vitesses de *tous* les moucherons à un moment donné. Ces grandeurs sont *microscopiques*, par opposition à celles qui négligent l'élément lui-même, et que l'on appelle *macroscopiques*, comme : surface enveloppant l'essaim, densité aux diverses régions, centre de gravité, impulsion reçue par une surface heurtée, échauffement de cette paroi si elle absorbe de la force vive des moucherons, etc. Ces dernières grandeurs sont soumises à des fluctuations d'une région à une autre et d'un moment à un autre; fluctuations qui peuvent nous sembler *quelconques*, comme on dit qu'un polygone est quelconque s'il n'est pas régulier, ou *non quelconques*, si, par exemple, la densité se fait compacte dans un volume partiel, accompagnée d'une raréfaction extrême dans les autres. Que faut-il introduire dans l'instrument scientifique pour pronostiquer ces diverses circonstances du devenir ? S'agissant d'insectes vivants, nous absorberons ces manifestations dans le schéma des nôtres, ce qui correspond à une satisfaction explicative ; nous mettrons en jeu des facteurs d'ordre psychologique : pleine liberté d'allure dans le premier cas ; appât jouant le rôle de contrainte extérieure dans le second ; sans trop savoir d'ailleurs par quoi, en fait de grandeurs mathématiques, remplacer ces états psychiques dans le groupe des grandeurs d'état.

Or, le comportement macroscopique des gaz a conduit depuis longtemps à leur attribuer une structure microscopique copiée sur le modèle de l'essaim. La taille de l'élément ne doit, en principe, jouer aucun rôle ; cependant, n'ayant plus ici leur expérience *directe*, on fera bien de ne pas extrapoler sans prudence ; cette remarque intervient dans la mécanique ondulatoire ; je n'insisterai pas. Aux molécules gazeuses, à défaut d'expérience individuelle directe, on a attribué des *symboles*, que l'on a appelés conventionnellement position et vitesse ; on a fait jouer sur eux l'instrument newtonien. *Mais*, pour sortir de ce monde symbolique et arriver à l'observable, qui est notre monde à nous, à ces formes globales, densités, températures, etc., comme dans l'essaim, l'instrument newtonien est tombé en pleine carence, et n'a pas suffi à nous pronostiquer l'avenir sous ces aspects *statistiques*. Pour rejoindre ceux de l'expérience effective, il a fallu trouver des facteurs, non pas pour remplacer les états psychologiques des moucherons, mais des facteurs comme ceux qu'un être doué de volonté directrice met en jeu pour se manifester dans le devenir physique, là où l'objet du devenir ne possède pas en lui-même de la volonté et de l'activité libres, c'est-à-dire doit subir une contrainte de l'extérieur. Ici, dans l'inorganique, on a introduit supplémentairement aux grandeurs et instruments newtoniens, des grandeurs et organes répondant aux expressions verbales : chaos, chocs mutuels, proportionnalité entre nombre de ces chocs et densité, retours cycliques de toutes les constellations concevables. Le moins que l'on puisse dire, c'est qu'on abandonne le matérialisme. Il n'est pas sûr que l'on puisse conférer un sens correct à « chocs mutuels élastiques », sans contradiction lorsqu'il s'agit d'éléments, ni que ces proportionnalités et retours cycliques soient cohérents avec les lois du matérialisme lui-même. Le chaos s'oppose, à proprement parler, à la condition même de toute science. Dans le cas des états non quelconques, la nécessité d'une contrainte directrice extérieure se traduit par la mise en cause du *démon de Maxwell* ; ce n'est qu'une manière de parler, je veux bien ; mais toute autre lui sera équivalente au fond. Les subterfuges extra-matérialistes s'accumulent ; aux basses températures, il faut une sorte d'évanouissement progressif de l'individualité moléculaire, pour donner aux calculs statistiques une base soi-disant physique, qui le conduise aux faits expérimentaux. Etranges conceptions à mettre d'accord avec les représentations matérialistes initiales.

En résumé, nous n'avons pas d'instrument matérialiste pour étudier *causalement* les phénomènes observables dans une masse gazeuse ou un ensemble analogue. C'était pourtant la pensée profonde de l'atomisme. On est obligé de chercher des grandeurs auxiliaires pour traduire des contraintes *finalistes*.

***

Remarquons que le finalisme est assez difficilement séparable des notions d'ordre et de ré-

gularité, sans lesquelles toute recherche scientifique serait vaine. Comme, en fait, elle n'est pas vaine, l'homme peut, à bon droit, se proposer des buts et former des plans. Au point que, dans la vie individuelle et sociale, les facteurs téléologiques prennent une place prépondérante ; l'homme public ou privé qui agit dans l'ignorance du but à atteindre, est un homme disqualifié. Mais il ne faut pas confondre concevoir un plan et faire le nécessaire pour qu'il aboutisse. Comment les facteurs téléologiques interviennent-ils dans notre connaissance scientifique ? Tout le problème est là, au regard de la science ; les autres considérations ne sont, le plus souvent, que passionnelles.

Un exemple : l'artilleur a formé *psychologiquement* le projet d'atteindre un certain but. Allons-nous trouver dans les dispositions de son tir quoi que ce soit de psychologique, quoi que ce soit de la physico-chimie de son cerveau, si l'on croit à ce laboratoire secret ? Pas le moins du monde. Nous verrons sa volonté s'appliquer à mettre dans les conditions *initiales* (cause), un état physique correspondant à son désir psychique ; soit ici une inclinaison et une direction déterminées de la pièce. Ces inclinaison et direction n'ont manifestement rien de spécifiquement commun avec la psychologie de l'artilleur. On dit, à ce propos, tout bonnement qu'il applique « les moyens au but » ; on distingue entre le but et les moyens. Le facteur spécifiquement psychologique n'apparaît nulle part dans le traitement scientifique, ni dans les grandeurs d'état, ni dans les instruments. Son étude reste *à côté* de la science de l'univers, à côté de la physique ; elle est *métaphysique* et ne se modèle en rien sur la connaissance scientifique elle-même. Elle constate des faits et se guide sur les analogies de notre propre expérience pour les mettre en ordre. Elle doit être particulièrement attentive à n'employer les mots que dans leur acception reposant sur des actes *humains*. Autrement, ils ne peuvent que tromper. Ainsi l'on s'interdira de parler de but ou de plan sans concevoir effectivement un agent psychique construisant ce plan. Un plan qui n'est pas conçu *par un esprit*, un esprit physico-chimique, si ce charabia a plus de prestige, n'est qu'un alignement de quatre lettres, vide de sens absolument. Sans un tel acte de conception, la notion même de but, qui privilégie une direction, s'évanouit pour nous, que ce « nous » soit ou non une réaction de physico-chimie. On ne peut pas prêter un plan à un caillou, ni à un tas de cailloux, même organisé, même assez immensément nombreux et varié, pour être appelé « la Nature », pas plus qu'à une réaction. Les mots ont un sens ou ne signifient rien ; on a trop enseigné qu'il suffit de les aligner hors de toute signification contrôlable pour être grand métaphysicien.

***

Le langage scientifique garde encore des traces de cet animisme déplacé, même dans les questions les plus simplement mécaniques. Par exemple on prête aux planètes une *tendance* à se réunir au Soleil, une tendance aux graves à se rassembler au centre de la Terre. Auparavant, la Nature avait horreur du vide. Même dans cette manière de s'exprimer, il aurait été préférable de ne pas attribuer à ces matières une espèce de volonté à elles, mais de les regarder plutôt comme soumises à la contrainte d'une volonté extérieure. Mais, de tout cela, rien ne peut jouer dans un instrument scientifique. Le progrès est venu quand on a abandonné cette pseudo-psychologie des cailloux et introduit des mesures, dont on put dire encore un temps qu'elles symbolisaient, repéraient même, les susdites tendances ou horreurs. Bientôt, on abandonna ces « fleurs de rhétorique ».

On parle toujours couramment d'une psychologie de l'effort chez la « Nature » (?) quoique son organe à psychologie n'ait jamais été l'objet de la moindre définition. Elle rechigne devant le produit d'un élément de trajectoire par la vitesse du mobile qui le parcourt (Maupertuis). La moindre réflexion montre qu'il n'est donné là qu'une *forme* particulière à l'expression de la régularité mécanique, expression elle-même de la contrainte issue d'une volonté extra-universelle, si le mot « déterminisme » doit prendre un sens pour les hommes. N'importe quelle formule de régularité se prêterait généralement à la forme d'une loi de variation minima.

***

Nous comprenons bien ainsi, en partant de la base matérialiste et de notre définition de la connaissance scientifique, le rôle positif du finalisme dans la science. Il comporte la recherche des facteurs à mettre parmi les conditions *initiales physiques* pour représenter dans les instruments le plan conçu et voulu. Dans le champ de nos observations humaines, le but est souvent aperçu et compris ; nous sommes quotidiennement les témoins de ses réalisations. Même dans les phénomènes de l'organique, comme ceux où l'innocent oursin joue un rôle traditionnel, la question qui se pose est celle-ci : « Le devenir organique se peut-il pronostiquer par les mêmes procédés que le devenir physique dans l'inorganique ? Peut-on le traduire en régularités, de même type, c'est-à-dire du type *causal* ? Avec quelles grandeurs d'état peut-on définir un état initial, une cause rendant le but ? Quel type d'instrument scientifique ? » A vrai dire, nous ne possédons pas aujourd'hui les éléments pour répondre à une question de ce genre. Nous

n'avons pas un corps établi des régularités biologiques mis sous forme de connaissance scientifique. Nous avons beaucoup d'observations et d'expériences ; ce n'est pas de la connaissance. On sait, par exemple, beaucoup de choses sur les mutilations compatibles avec un *même* développement vital ultérieur de l'oursin ; mais nous ne savons pas mettre cela scientifiquement dans un groupe de grandeurs d'état et un instrument, dont le jeu nous conduira à ce « même », comme un angle de tir restitue l'objectif de l'artilleur.

*
* *

Si nous nous élevons un instant au-dessus de cette science toute humaine, l'analyse précédente nous permettra de donner un sens aux énoncés sur le déterminisme universel, entendu comme une prédétermination, une nécessité de l'état à l'instant $t+dt$, au-delà de l'état à l'instant t *pour tout l'univers*. Il ne peut signifier quelque chose que solidairement avec la notion d'un plan conçu et voulu par une puissance suprême, dont la psychologie nous est intelligible jusqu'à un certain point à partir de la nôtre. Cette puissance introduit les contraintes, comme l'artilleur a introduit l'inclinaison. Il ne pourrait y avoir déterminisme *pour nous*, conscience effective de nécessité, que si la puissance supérieure nous avait communiqué ce plan. Nous serions alors en mesure de tout pronostiquer avec certitude, comme nous nous efforçons d'y parvenir avec la connaissance des causes et instruments scientifiques, dans le champ minuscule de nos plus vastes laboratoires. Mais ni la science, ni les sciences n'ont le moyen ou même le droit de s'élever au niveau de ces questions. Elles conduisent seulement à les poser *avec sens*.

VARIÉTÉS

DEUX PROJETS D'ATLAS DE LA FRANCE

par E. DOUBLET

Au mois de septembre 1931, il s'est tenu à Paris un Congrès international de Géographie dont l'importance a été très grande. Comme dans toutes les circonstances analogues, les membres du Congrès s'étaient divisés en plusieurs sections, d'après la nature de leurs études, et chacune de ces sections s'est réunie séparément pour discuter les questions qui l'intéressaient plus particulièrement. D'autre part, ceux des congressistes qui en avaient le désir et la possibilité ont pu prendre part à des excursions qui les ont conduits en diverses régions de la France et même dans le Nord de l'Afrique. C'est ainsi, par exemple, qu'un certain nombre d'entre eux, conduits par M. Albert Demangeot, se sont rendus de Paris à Rouen et au Havre, visitant les campagnes et les villes, les exploitations agricoles, à commencer par les champs d'épandage de la région de Pierrelaye, près de Pontoise, puis les grandes fermes du pays de Bray et du Vexin, pour passer de là au port de Rouen, sans négliger les manufactures de cette ville, grand centre de l'industrie cotonnière, et enfin l'autre grand port de la Normandie. Bien entendu, on a fait leur part aux cathédrales et aux autres monuments. Il a fallu cinq jours pour cette excursion, et, assurément, ç'a été du temps bien employé.

Mais ce qui doit nous occuper principalement, c'est la décision qu'a prise le Congrès de publier un Atlas de la France. D'après un programme provisoire que nous avons sous les yeux, cet Atlas comprendra :

	Cartes		Cartes
Géographie physique	25		
Climat	8		
Hydrographie	6		
Biogéographie	8		
Géographie économique	27	Agriculture	7
		Industrie..	10
Géographie humaine et politique	15	Commerce.	19

Soit, en tout, 89 cartes. On a prévu que l'Atlas pourrait être formé de 80 feuilles, les 89 cartes ne suffiront pas pour les remplir et l'on se propose d'en ajouter un certain nombre d'autres, par exemple :

Une feuille de données anthropologiques (taille, couleur de cheveux, etc., par département).

Une feuille consacrée aux forêts. Densité forestière par arrondissement ; densité de la population vivant des forêts, etc...

Une feuille de types de villages et de maisons...

Une feuille pour les sports...

Mais tout cela n'est encore qu'à l'état de projet, et rien de définitif n'a été décidé.

Il faut espérer que cette grande entreprise sera menée à bonne fin, et qu'elle réussira mieux qu'une tentative analogue, dont nous allons retracer l'histoire.

Il y a soixante ans, l'Observatoire de Paris, alors dirigé par M. Delaunay, avait entrepris la publication d'un Atlas destiné à faire connaître notre pays dans le plus grand détail, et où l'agriculteur, l'industriel, le négociant, comme aussi l'homme politique et le professeur, auraient trouvé immédiatement les renseignements dont ils peuvent avoir besoin et qu'ils ne savent où chercher.

Ce ne fut qu'une tentative à peine ébauchée que la mort prématurée de M. Delaunay fit abandonner, mais il peut être intéressant d'en faire connaître l'histoire.

Quand Le Verrier eut été révoqué de ses fonctions de Directeur de l'Observatoire, le 5 février 1870, ce fut M. Delaunay qui le remplaça. Grand théoricien, universellement connu par ses immenses travaux sur les mouvements de la Lune et professeur admirable, il ne s'était jamais occupé d'astronomie pratique, n'était nullement familier avec l'art des observations, et son âge de cinquante-quatre ans, son inhabileté manuelle (il ne sut ja-

mais dessiner) lui rendaient bien difficile l'acquisition de ce talent indispensable.

Quoi qu'il en soit, la guerre ne tarda pas à éclater et vint troubler tout travail scientifique, à l'Observatoire comme ailleurs. Les instruments, dès qu'il fut certain que Paris serait assiégé, furent démontés et mis en lieu sûr, et les astronomes, selon leur âge et leurs aptitudes personnelles, concoururent à la défense nationale. C'est parmi eux que le colonel Laussedat trouva les meilleurs de ses auxiliaires pour dresser jour par jour le plan des travaux de l'ennemi. Douze observatoires, établis sur des monuments élevés, tels que le Panthéon, permirent d'obtenir ce résultat. MM. Loewy, Gaillot, Périgaud, les frères Henry, doivent être cités parmi les collaborateurs de M. Laussedat, et il faut mentionner spécialement Sonrel, qui succomba aux fatigues du siège.

Quant à M. Delaunay, peu propre à rendre des services comme observateur, il employa son temps à procéder au classement des archives de l'Observatoire, les plus riches peut-être du monde dans leur spécialité. Et quand, après la capitulation de Paris, les insurgés firent de l'Observatoire une véritable forteresse, très facile à défendre à cause de l'épaisseur des murailles, on eut à craindre que ces trésors ne fussent la proie des flammes. Par bonheur, on parvint à se rendre promptement maître du feu et la perte la plus grave fut celle d'un instrument géodésique dont Yvon Villarceau avait fait l'étude avec un soin tout spécial.

Quand, l'Observatoire étant sauvé, il fut possible de se remettre au travail, voici le plan que le directeur se proposait de suivre :

« Nous allons faire beaucoup de choses, écrivait-il ; continuer la réobservation du catalogue de Lalande, la construction de l'Atlas des étoiles de l'écliptique commencé par Chacornac, observer les étoiles doubles et finalement nous préparer à de nouvelles déterminations des longitudes de Brest, de Greenwich et de Neuchâtel ». De plus, sauf pendant le siège, l'Observatoire continua à rechercher et à observer les petites planètes pendant la seconde moitié de chaque lunaison, conformément à la convention conclue entre MM. Le Verrier et Airy. Cette convention fut dénoncée par les Anglais en 1881.

Mais tout cela n'était que l'achèvement des travaux commencés sous Le Verrier, car il fallait, tout d'abord, liquider le passé. Le plus important, toutefois, c'était le présent et surtout l'avenir.

L'insuffisance de la « Connaissance des Temps », au point de vue des indications qu'elle fournissait à cette époque était telle que, à l'Observatoire, on ne faisait usage que du « Nautical Almanac ». Pour y suppléer, l'Observatoire commença la publication d'un « Bulletin astronomique » paraissant à des époques indéterminées et donnant les positions apparentes des étoiles fondamentales pour le moment de leur passage au méridien de Paris, de dix en dix jours ; pour seize étoiles voisines du pôle, les positions étaient données de jour en jour. Ce « Bulletin » donnait aussi, en général, toutes les observations qu'il importait de faire connaître immédiatement au public, observations méridiennes de petites planètes, découvertes de planètes et de comètes, éléments d'orbites et éphémérides, etc. La publication de ce « Bulletin » ne dura pas très longtemps, la « Connaissance des Temps » ayant été grandement améliorée.

En même temps, au point de vue météorologique, on continuait la publication du « Bulletin international » quotidien, confié maintenant à l'Office national météorologique. Un autre « Bulletin », mensuel, résumait chaque mois les progrès accomplis et ceux qu'il importait de réaliser. Il était le lien régulier et permanent entre l'Observatoire et les Commissions météorologiques départementales.

C'est aussi à cette époque que commença à paraître l' « Annuaire » de l'Observatoire de Montsouris, alors attaché au grand Observatoire et qui ne dépend plus de l'Etat depuis le 1er janvier 1887. Par la publication de cet « Annuaire », Delaunay et Marié-Davy espéraient populariser la météorologie usuelle, surtout parmi les agriculteurs :

« S'ils n'y rencontrent pas (dans cet « Annuaire ») les prédictions du temps qui ont rendu célèbres les almanachs de ces dernières années, peut-être y apprendront-ils à mieux utiliser leurs connaissances pratiques sur les signes du temps. »

L'époque était douloureuse, en effet, et il y avait urgence à réparer bien des ruines : « Aujourd'hui que nos charges ont augmenté dans une proportion considérable, en même temps que nos moyens d'action se sont affaiblis, il est essentiel que toutes les intelligences et toutes les volontés concourent à élever la production nationale et à la porter à son maximum de puissance. Sans déserter la science pure, les hommes d'étude doivent envisager plus que jamais le côté pratique de leurs travaux et s'efforcer de répandre dans le public des doctrines et des procédés utiles. »

« La science vaut par elle-même. Dans la pratique de la vie courante, elle vaut plus encore, peut-être, par les habitudes de réflexion, de comparaison, de jugement qu'elle porte avec elle. Ces qualités, communes chez nos ennemis, sont beaucoup moins rares chez nous qu'on ne se plaît à le dire, mais elles y manquent de direction. Il importe au plus haut degré de les y développer et guider, non seulement en popularisant la science par des écrits, mais en la faisant pratiquer dans nos campagnes. »

« La météorologie, sous ce double rapport, est une des branches de la science qui peut rendre le plus de services, si, au lieu de la confiner dans ses errements passés, on veut l'envisager d'un esprit plus large dans ses rapports avec les productions du sol. Ce n'est plus alors une science personnelle, dont un savant poursuit le développement dans le silence du cabinet ; c'est, en quelque sorte, la nation entière étudiant le sol qu'elle cultive, le ciel qui seconde ou déconcerte ses efforts, les produits dont la nature est le mieux appropriée à l'un et à l'autre, la répartition des cultures qui donne le plus de probabilités de profit à l'ensemble du pays et à chaque travailleur en particulier. »

Ces passages sont extraits du rapport que, le 17 juin 1871, Delaunay adressa au ministre de l'Instruction publique : « Sur les travaux de Météorologie agricole de l'Observatoire de Paris et des Commissions scientifiques des départements. »

D'ailleurs, si l' « Annuaire » était un ouvrage de vulgarisation, à côté de lui, un Atlas annuel devait représenter sur une grande échelle les phénomènes observés, de façon à en faciliter l'étude à tête reposée. Le Verrier avait déjà publié quatre Atlas analogues ; son successeur voulait d'abord liquider l'arriéré et, ensuite, continuer. Il rêvait même d'agrandir le format de cet Atlas.

Et les résultats de toutes ces études, Delaunay voulait les condenser dans un grand « Atlas physique et statistique de la France ». Cette entreprise avait un double but :

1° Continuer, en les appropriant aux circonstances, les traditions de l'Observatoire des Cassini ;

2° Donner au mouvement intellectuel dans les départements un nouveau stimulant par l'attrait d'un travail à la fois national et local.

Les commissions météorologiques départementales devaient, en effet, assumer une grande part de ce travail. Parmi ces commissions, nommons celles des Bouches-du-Rhône et de la Gironde comme ayant rendu des services très appréciables ; ajoutons-y celle du département de la Meuse, dont la cheville ouvrière était un ingénieur des ponts et chaussées, père de l'ancien président de la République, M. Poincaré.

On a quelquefois accusé de stérilité l'Observatoire de Paris, au XVII[e] et au XVIII[e] siècle. C'est une grande injustice : on y avait beaucoup travaillé, seulement, les travaux faits à l'intérieur de l'établissement ne l'avaient pas été avec assez de suite, peut-être parce qu'on n'avait pas donné à l'Observatoire les moyens de publier, année par année, les résultats des veilles des astronomes. Cela tenait aussi à ce que les principaux de ceux-ci, les Cassini notamment, et aussi La Hire, Maraldi, plus tard La Caille, etc., consacrèrent une grande part de leur activité aux travaux géodésiques.

La méridienne de France fut mesurée trois fois au XVIII[e] siècle et l'a encore été une fois après 1870 (1), et, d'un autre côté, plusieurs parallèles furent également mesurés ; la France fut ainsi couverte d'un réseau de grands triangles reliant entre elles toutes nos principales villes. C'étaient les éléments d'une carte générale du royaume. On voulut les utiliser et on construisit cette carte. L'Etat fournit d'abord les fonds nécessaires ; puis, la pénurie des finances publiques les ayant fait supprimer, une compagnie particulière se forma et les membres de celle-ci s'engagèrent à verser l'argent indispensable pour l'achèvement de cette grande œuvre nationale. Parmi les principaux actionnaires de cette compagnie, on doit citer en tête Cassini de Thury, puis Buffon, Trudaine, Malesherbes, Perronet, le président de Saron, etc. Une dame faisait partie de la société et on était trop galant au XVIII[e] siècle pour ne pas l'inscrire en tête de la liste. C'était Mme Poisson, marquise de Pompadour.

Cassini IV ne s'en serait pas tenu là, si les circonstances le lui avaient permis. Il aurait fait d'abord procéder à une revision générale, et surtout fait vérifier quelques angles douteux ; on aurait poussé plus loin les calculs, de façon à pouvoir publier avec chaque planche le tableau alphabétique des distances à la méridienne et à la perpendiculaire de tous les points de la carte, villes, bourgs et villages, de façon à faciliter la construction de cartes particulières. Les tables de 157 feuilles étaient déjà calculées quand la carte fut confisquée (2), et le travail, à ce qu'il semble du moins, ne fut pas achevé. On devait calculer encore, par une méthode rigoureuse, la longitude et la latitude de chaque point, en employant le rapport des axes de la Terre le plus exact.

Enfin, le couronnement de l'œuvre eut été un « Dictionnaire général, géographique, physique et politique de la France » : « C'est par là que je me proposais et qu'il convenait de terminer la carte générale de la France. Ce Dictionnaire, qui nous manque, un ouvrage aussi utile que grand, était digne de servir de couronnement à ce beau monument que nous avons été assez heureux pour élever à la géographie dans le cours du XVIII[e] siècle. Chaque lieu eût été classé et rapporté par ordre alphabétique, avec sa distance à la méridienne et à la perpendiculaire, sa longitude et sa latitude. On y eût joint les noms de l'ancienne province et des généralités auxquelles il appartenait jadis, celui de son nouvel arrondissement et de son département, suivi de courtes notes et indications relatives au commerce, à l'agriculture, à la population et à la physique » (1).

Voilà l'œuvre que M. Delaunay prenait pour modèle et qu'il se proposait de reprendre, en lui faisant subir, bien entendu, les modifications imposées par les circonstances. L'utilité de son projet était d'ailleurs si évidente que, dès 1847, Charles Sainte-Claire-Deville avait conçu un plan analogue. De là des réclamations, sur lesquelles il n'y a pas lieu de revenir, au bout de soixante ans.

Le programme que M. Delaunay se proposait de suivre a été publié dans le premier des « Annuaires » de l'Observatoire de Montsouris ; nous ne le reproduirons pas en détail et nous nous bornerons à dire qu'il se partageait en six sections, comprenant chacune un certain nombre de cartes, nombre qu'on n'avait pas eu d'ailleurs la prétention de fixer rigoureusement d'avance. Voici les titres de ces sections :

I. Etat politique et administratif de la France.
II. Le sol et les eaux de la France.
III. Climatologie de la France.
IV. Agronomie.
V. Industrie, Commerce et Navigation.
VI. Population.

Comme nous l'avons dit, ce programme ne pouvait être qu'une ébauche et, assurément, des modifications lui auraient été apportées au fur et à mesure de sa mise à exécution, car l'expérience aurait fait voir quelles lacunes il importait de combler. Et, pour ne citer que la plus importante, M. Delaunay ne disait pas un mot des colonies, pas même de l'Algérie, si proche de la France continentale et qui avait fourni des soldats si dévoués pendant la guerre de 1870. Il est bien clair pourtant que la France ne serait pas complète si on négligeait ses possessions d'outre-mer. Mais il fallait commencer par le plus facile et le reste serait venu en son temps.

Assurément, si cette entreprise avait été menée à bonne fin, elle aurait rendu de grands services, car on y aurait

(1) Ajoutons que, dans les pays qui ont été le théâtre des récentes hostilités, la plupart des signaux géodésiques ont été détruits, et cette partie de la méridienne devra être mesurée encore une fois.

(2) Les membres de la Société étaient au nombre de 50, et chacun s'était engagé à verser, s'il le fallait, une somme de 16.000 livres. En fait, Cassini n'eut besoin de leur demander que 2.400 livres à chacun.

« Voici, écrit-il, un de ces beaux actes patriotiques dont il serait difficile de citer plusieurs exemples, et qui, pour avoir été fait sans ostentation, pour s'être tenu dans le modeste silence qui sied si bien aux bonnes actions, a été, sous le prétendu règne du patriotisme, non seulement méconnu, mais outragé, mais puni par une violation de tous les droits qu'il s'était acquis. »

(1) Pour en finir avec les Cassini, disons que leur carte a servi à Napoléon et à ses généraux. A partir de 1817, il fut décidé qu'une nouvelle carte serait construite. C'est notre carte d'Etat-Major actuelle qui, peu à peu, se substitua à la carte du XVIII[e] siècle.

Cassini reconnaît, d'ailleurs, que pour amener l'assemblée à commettre une telle injustice, les instigateurs du décret du 21 septembre 1793 n'ont pas hésité à l'induire en erreur et à dénaturer les faits.

trouvé une foule de renseignements que ne peuvent pas se procurer facilement ceux qui en ont besoin, bien que ces renseignements aient parfois été publiés, mais sous une forme qui les rend peu accessibles au public, même instruit. Le plus souvent, d'ailleurs, ils sont restés enfouis dans les cartons des différents ministères. Bien habile qui saurait les y trouver!

Il va sans dire que la nature des choses voulait, si M. Delaunay avait réussi, que certaines cartes au moins fussent rééditées à des intervalles réguliers, tous les dix ans par exemple, et la comparaison de ces diverses éditions eût montré avec certitude les transformations qu'éprouve notre pays au point de vue physique, industriel, sanitaire, dans un sens ou dans un autre.

L'Atlas aurait pu sans doute être achevé en un petit nombre d'années, et si l'entreprise n'a pas été poursuivie en France, il n'en a pas été de même partout. C'est ainsi qu'une petite, mais noble nation, la nation finlandaise, a publié, il y a environ trente ans, un Atlas consacré uniquement à la description de son territoire, il n'est pas impossible que, à cette occasion, la Société de Géographie de Helsingfors se soit inspirée du programme de M. Delaunay. L'Atlas finlandais est publié en deux éditions, l'une en français, l'autre en finnois et en suédois, le texte est publié à part dans chacune des trois langues et le texte français est à la fois très pur et très élégant. On doit pouvoir faire aussi bien à Paris qu'à Helsingfors.

Maintenant, la composition de cet Atlas devait-elle être une tâche nécessairement confiée à l'Observatoire de Paris?

Il semble bien que non, au moins pour la totalité de l'œuvre ; mais n'oublions pas que l'Observatoire avait alors dans ses attributions l'étude de la météorologie et qu'il construisait pour chaque année des cartes représentant les phénomènes atmosphériques. On voit immédiatement le rapport qui existe entre les modifications de l'atmosphère et l'état des cours d'eau, les périodes de sécheresse et d'humidité excessive, et, par suite, avec les productions du sol. Donc, quelles qu'eussent été les circonstances, si la publication de l'Atlas avait été décidée, l'Observatoire aurait dû prendre une grande part aux travaux indispensables pour sa composition.

D'autre part, il ne faut pas oublier que le transfert de ce grand établissement scientifique hors de Paris (vers Fontenay-aux-Roses), était un des buts que se proposaient les ennemis de Le Verrier. Ce transfert aurait nécessairement interrompu, au moins en partie, les travaux astronomiques ; les astronomes auraient donc eu des loisirs forcés qu'ils auraient pu consacrer utilement à l'exécution de ce grand travail national. — Il n'est pas d'ailleurs absolument impossible de transformer un astronome en statisticien. Il suffit de citer Wargentin, et, plus près de nous, Quételet, pour en faire la preuve.

Toujours est-il que, le 9 octobre 1871, Delaunay présenta à l'Académie des Sciences la première carte de l'Atlas projeté. La bienveillance du ministre de la Guerre l'avait porté à confier à l'Observatoire des documents qui servirent à dessiner et à graver une carte de France à l'échelle de $\frac{1}{5.000.000}$ ou de deux millimètres par myriamètre. — C'est sur cette carte que l'on devait porter les diverses indications statistiques dont il a été question plus haut.

Dans les marges, des légendes avaient été insérées. — Auraient-elles suffi, dans le cas où l'entreprise eût été menée à bonne fin? L'Atlas n'aurait-il pas eu besoin d'un commentaire? Et celui-ci n'aurait-il pas pu être fourni par une nouvelle édition du remarquable livre intitulé « Patria » (1), publié par la librairie Garnier en 1847, et qui n'a pas été réimprimé?

Des Atlas départementaux eussent été le complément de cette grande œuvre nationale. C'était, sous une autre forme, la reprise d'une idée qu'on avait tenté de mettre à exécution sous Napoléon III et sur laquelle on peut trouver des détails dans les premiers volumes de l' « Année géographique », rédigés par Vivien de Saint-Martin. Ce projet, tel qu'on l'avait conçu, était grandiose, car il s'agissait de composer, pour chaque département, trois dictionnaires, consacrés, l'un à la géographie, le second à l'archéologie, et le troisième à la géologie, à l'histoire naturelle dans son ensemble, et enfin à la statistique. Il ne fut publié qu'un très petit nombre de ces dictionnaires : « Qui trop embrasse mal étreint », dit le proverbe (2).

Pour que cette entreprise eût pu être menée à bonne fin, il aurait fallu que, dans chaque département, il se fût trouvé un homme tel que M. Boisse, ingénieur civil, qui fit partie de l'Assemblée de Versailles et ne fut pas réélu en 1876 ni depuis, quoi qu'il ait vécu encore vingt ans. Ses travaux professionnels l'amenèrent à construire une carte géologique de son pays natal, le département de l'Aveyron. Ce pays, si riche au point de vue minéralogique, devait tout naturellement attirer l'attention d'un directeur d'exploitations minières ; mais ce ne fut qu'un point de départ et il étudia son département à tous les points de vue. De ces études, il résulta un Atlas physique, statistique et historique de l'Aveyron, dont la publication, commencée par les soins de l'Observatoire de Paris, fut abandonnée après la mort de M. Delaunay, arrivée le 5 août 1872 (3). Il en fut de même de la publication de l'Atlas national. Ce qui en a été publié est devenu absolument introuvable. La bibliothèque même de notre grand établissement astronomique ne le possède pas. Le premier soin de Le Verrier, quand M. Thiers l'eut réintégré à l'Observatoire, fut de rendre sa forme primitive à la grande salle du second étage, que Delaunay avait fait modifier pour y installer un atelier de dessinateurs. Au point de vue esthétique, il n'y a pas à le regretter, car rien n'est plus imposant que l'aspect de cette salle, qui mesure environ 35 mètres du nord au sud, et 29 mètres de l'est à l'ouest.

Le nouveau projet d'Atlas national sera-t-il mieux favorisé par les circonstances que le projet d'il y a soixante ans? Il faut l'espérer, mais nous ne sommes, sur ce sujet, renseignés que très imparfaitement, le prospectus de l'entreprise n'ayant pas encore été publié.

---

(1) Parmi les principaux auteurs du « Patria », nous pouvons nommer les deux frères Léon et Ludovic Lalanne, l'un ingénieur des ponts et chaussées, l'autre ancien élève de l'Ecole des Chartes ; le physicien Bravais, le géologue Raulin, qui fut longtemps professeur à Bordeaux ; le naturaliste Paul Gervais, etc...

(2) On vient de présenter à l'Académie des Sciences morales et politiques le premier volume d'une « Encyclopédie des Bouches-du-Rhône ». C'est une entreprise qui devrait être imitée dans tous nos départements.

(3) Les enfants de M. Boisse conservent pieusement les manuscrits de son grand travail. Pour chaque Atlas départemental, il aurait fallu un homme tel que M. Boisse, ou « sa monnaie ». Pouvait-on l'espérer?

Voici, toutefois, quelques renseignements que nous devons à l'obligeance de M. de Martonne.

A l'heure qu'il est, sont en préparation la carte du relief de la France en quatre feuilles, la carte de la densité de la population en quatre feuilles également et une série de quatre ou cinq cartes économiques. Le nombre total des feuilles prévues est 80. Il faudra au moins cinq ou six ans pour que toutes ces feuilles soient à la disposition des souscripteurs, qui seront nombreux, on doit du moins le croire.

L'Etat ne peut se dispenser de venir en aide à une entreprise aussi utile, qui rendra des services dont il sera le premier à bénéficier. Aussi, lui a-t-on demandé une somme de un million, à répartir sur cinq ou six années. Jusqu'à présent, on a accordé à M. de Martonne 100.000 francs sur la caisse des jeux et il espère en obtenir 50.000 sur la caisse des sciences. C'est un bon commencement, espérons que ce n'est qu'un commencement (1).

(1) Au moment où nous corrigeons l'épreuve de cet article, nous apprenons que la première livraison de l'Atlas est sur le point de paraître.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Récents progrès dans le domaine des transmutations artificielles. — Il y a quelques années, le noyau des atomes apparaissait comme une citadelle invulnérable, qu'il n'était pas possible de briser, ou contre laquelle tout effort, avec les moyens dont on disposait alors, semblait vain.

C'est en 1919 que Lord Rutherford réussit pour la première fois à entamer certains noyaux atomiques et à réaliser des désintégrations artificielles avec libération de protons. Dans ces expériences, la désintégration était produite en bombardant les atomes avec des particules alpha émises par des substances radio-actives. Ces particules qui sont animées de grandes vitesses et qui possèdent une énergie et une quantité de mouvement considérables, semblent constituer des projectiles parfaitement adaptés à l'attaque des noyaux atomiques, et, jusqu'en 1932, elles ont été les seules utilisées à cet effet. Malheureusement on ne peut jamais mettre en œuvre qu'un nombre relativement faible de ces particules; une bonne source de polonium de 30 millicuries ne produit, dans un angle 2π, que 500 millions de particules alpha par seconde, ce qui est relativement peu. Aussi a-t-on cherché à utiliser, pour déterminer la rupture des noyaux atomiques, d'autres projectiles. On est parvenu à produire des protons et des ions positifs accélérés avec des énergies suffisantes pour pouvoir briser les noyaux; d'autre part les neutrons, récemment découverts, semblent constituer des agents très actifs de transmutation. Dans une étude récente (*Revue des Questions scientifiques*, 20 janvier 1933), M. Leprince Ringuet expose très complètement et très clairement l'état actuel de nos connaissances sur les désintégrations artificielles.

2. Il fait remarquer fort justement que les désintégrations sont généralement décelées grâce à l'apparition rare et isolée de corpuscules légers et animés de grandes vitesses que libère l'explosion du noyau atomique; si l'explosion se fait avec émission de rayons gamma, ces rayons se manifestent par la production d'électrons secondaires dans les milieux gazeux qu'ils traversent. Aussi l'étude des phénomènes de désintégration suppose-t-elle qu'on sache déceler des corpuscules isolées. Les méthodes susceptibles d'être utilisées à cet effet ont fait d'importants progrès au cours de ces dernières années, surtout depuis l'apparition du compteur d'ionisation; mais on obtient également des indications intéressantes par la méthode des scintillations et la méthode de la chambre à détente.

3. En ce qui concerne les désintégrations produites par les rayons alpha, on peut indiquer que tous les éléments légers, depuis le bore jusqu'au potassium, se sont montrés désintégrables, sauf peut-être le carbone et l'oxygène pour lesquels il y a doute; mais sur un million de particules utilisées il n'y en a environ qu'une d'active, en sorte que le rendement de l'opération est très faible. Dans le cas de l'aluminium qui a été particulièrement bien étudié, on a constaté que certains protons sont émis avec une énergie supérieure à celle de la particule alpha incidente.

4. Il était naturel de chercher à provoquer l'explosion des atomes par des protons animés de grandes vitesses. Pour accélérer des protons, et d'une façon générale des ions positifs quelconques, on peut songer à les soumettre à un champ électrostatique constant de grande intensité; mais on peut également les introduire dans un champ à haute fréquence en s'arrangeant pour qu'ils soient seulement soumis à l'action des alternances de même sens et demeurent protégés contre toute action dans un cylindre de Faraday pendant les alternances opposées. Par ce dernier procédé, Lawrence et ses collaborateurs sont parvenues à obtenir des ions accélérés de 7 millions d'électron-volts. Toutefois, c'est au moyen de protons accélérés dans un champ constant de quelques centaines de kilovolts que les premières transmutations par les protons ont été obtenues.

Dans les expériences de Cockroft et Walton, les protons prenaient naissance à l'intérieur d'un tube à décharge de 50.000 volts, et, après traversée d'un petit canal séparant le tube à décharge du tube accélérateur, ils étaient soumis à un champ constant de 700.000 volts. On obtenait ainsi un faisceau étroit de protons d'une intensité de plusieurs microampères qu'on faisait tomber sur la substance à désintégrer, des appareils capables de détecter les rayonnements émis sous l'action de ce bombardement étant disposés à 90° du faisceau incident.

Dans ces conditions, le lithium est désintégré avec émission de 2 particules alpha rapides; l'énergie du proton incident capable d'opérer cette transmutation n'est

que de 100.000 électron-volts, alors que l'énergie des particules alpha libérées atteint 15 millions d'électon-volts, en sorte que l'énergie libérée apr ce processus est plus de 100 fois l'énergie incidente. Malheureusement, il faut beaucoup de protons pour que l'un deux ait la chance d'opérer une telle transmutation, et le rendement de l'opération pour l'énergie totale mise en jeu est inférieure au millième.

Un très grand nombre d'autres éléments ont été désintégrés par la même méthode : le bore, le fluor, le carbone, l'aluminium et même l'uranium. Les résultats précédents ont été confirmés tout récemment par Lawrence et ses collaborateurs, et il paraît bien établi que les protons sont capables de pénétrer dans le noyau des atomes et de produire des désintégrations. C'est là, une conclusion très importante qui permet d'espérer qu'on pourra améliorer beaucoup le rendement des opérations de la transmutation.

5. M. Leprince Ringuet dit ensuite quelques mots d'expériences relatives à des désintégrations opérées par les rayons cosmiques. En enregistrant le rayonnement ultra pénétrant dans une chambre d'ionisation reliée à un électromètre compensé, Hoffmann remarqua en 1927 que, de rares fois par jour, l'électromètre subissait une impulsion brusque. Deux ans plus tard, dans un nouvel appareil, ces décharches s'enregistraient à nouveau, et comme les impulsions et le rayonnement ultra pénétrant disparaissaient simultanément quand on plaçait l'appareil au fond d'une mine, Hoffman pensa à attribuer ces impulsions à une effet du rayonnement cosmique. Avec une chambre d'ionisation à taute pression, Steinke et Schindler retrouvèrent des impulsions et purent effectuer des mesures d'énergie sur plusieurs centaines d'entre elles. La fréquence des impulsions est très accrue lorsqu'on place du plomb autour de l'appareil, ce qui a fait penser que les impulsions seraient dues à l'ionisation produite par des particules à grandes vitesses provenant d'une transmutation rare du plomb sous l'influence des rayons cosmiques.

6. Ainsi les moyens d'action que nous possédons pour disloquer les noyaux des atomes se sont-ils notablement accrus au cours de ces dernières années. Mais on ne sait pas, en général, quel est l'élément qui résulte de la désintégration artificielle d'un noyau. Lorsqu'on soumet l'aluminium au bombardement des particules alpha, on est bien certain qu'un proton est libéré par l'explosion du noyau d'aluminium, mais on en est réduit à des hypothèses assez vagues sur la nature du noyau qui prend naissance. Cependant dans la désintégration du lithium par les protons où apparaissent 2 particules alpha, l'équation de la transformation semble pouvoir s'écrire :

$$Li_7 + H_1 = 2\ He_4$$

De même le bore sous l'action du bombardement alpha semble donner un neutron et se transformer en azote suivant l'équation :

$$He_4 + B_{11} = \text{neutron} + N_{14}$$

Cette réaction serait d'ailleurs réversible, si on tenait compte de la transmutation de l'azote par les neutrons qui a été découverte à Cambridge.

Mais, comme le fait remarquer en terminant M. Leprince Ringuet, on ne peut encore formuler que des hypothèses bien vagues sur la structure interne des noyaux atomiques et de nombreux résultats expérimentaux devront être acquis avant que des lois satisfaisantes puissent être proposées dans le domaine de la structure nucléaire.

A. Bc.

Physique du Globe

L'année polaire internationale 1932-1933. — L'entreprise internationale scientifique appelée *année polaire* a déjà fait l'objet dans les revues techniques de nombreuses études (1).

On sait qu'il s'agit pendant 13 mois, du 1er août 1932 au 31 août 1933, de faire, dans des stations aussi nombreuses que possible autour du pôle, des observations diverses propres à faire progresser la météorologie et la physique du globe.

Cette date a été choisie, sur l'initiative de l'amiral allemand Dominik, pour célébrer le cinquantenaire de la première année polaire de 1882-1883, pendant laquelle 12 stations dans les régions arctiques et 2 stations dans les régions australes ont, par leurs observations simultanées, en même temps d'ailleurs que par leurs découvertes géographiques, fait avancer d'une façon considérable nos connaissances polaires.

26 Etats avaient en principe adhéré à la deuxième année polaire. De très beaux programmes furent élaborés (2); en particulier, on devait entreprendre une exploration météorologique simultanée non seulement des deux pôles, mais aussi des régions équatoriales, afin d'étudier, dans tous leurs détails, les échanges atmosphériques qui se produisent à la surface de la terre, échanges qui, suivant les théories modernes, sont les causes vraiment déterminantes des divers aspects du temps qu'il fait.

En même temps, entre autres problèmes de géophysique (magnétisme terrestre, aurores boréales, etc.), on devait étudier les flux d'électrons qui sillonnent la haute atmosphère, et déterminer l'altitude (voisine de 100 km.) de la couche ionisée de Kennely-Heaviside, où, comme on le sait, l'air raréfié devient plus conducteur que l'eau de mer; c'est cette couche conductrice qui permet la propagation des ondes radioélectriques : celles-ci se réfléchissent successivement sur le sol conducteur et sur la couche de Kennely-Heaviside, et se propagent, en conservant une énergie notable tout autour de la terre. L'étude de la propagation de ces ondes de T. S. F. a un intérêt pratique indiscutable pour les communications à grande distance.

Malheureusement, entre le moment où des commissions scientifiques internationales proposaient ces programmes d'observations et le moment où il fallut les réaliser, la crise économique empêcha de nombreux Etats de se procurer les crédits nécessaires. Le nombre des stations dut être réduit; la vaste exploration mondiale un moment envisagée fut supprimée; il ne fut même plus question d'englober les régions australes dans le programme d'exploration, et cette lacune est regrettable non seulement par elle-même, mais pour la France, puisque c'est surtout le domaine austral et antarctique qu'ont choisi les explorateurs français, depuis les Bouvet et les Kerguelen.

On pensa même à remettre toute l'entreprise à une époque plus favorable, et quelques savants proposèrent, pour concilier à la fois le désir unanime d'économie et la science, d'adopter une année de maximum de taches solaires, puisque, aussi bien, le cinquantenaire pur et

(1) Je me contenterai de citer, sur la préparation et les buts de l'année polaire, l'article documenté de Camille Vallaux : L'année Polaire (*Mercure de France*, 1er octobre 1932).

(2) Il est assez piquant de constater que, parmi les nombreux membres des commissions internationales qui élaborèrent ces programmes, bien peu, si je ne me trompe, sont partis les réaliser sur place dans l'Arctique.

simple de la première année polaire n'avait aucune signification réelle.

Mais, comme on n'était pas du tout sûr de la fin prochaine de la crise, et comme divers gouvernements avaient déjà voté les crédits nécessaires à leur propre participation, on décida de maintenir la date primitivement fixée.

D'après les renseignements qui nous sont parvenus, voici la liste des différentes stations qui prennent part actuellement à l'Année polaire. L'énumération, que nous pensons complète, de ces stations est l'objet principal de ce premier article.

Europe et Asie septentrionales. — C'est la Russie Soviétique qui entretient les stations les plus nombreuses. Dans toute l'Union Soviétique, pas moins de 76 stations, dont 29 sont nouvelles, participent à des observations météorologiques, aérologiques et actinométriques suivant le programme établi par la Commission Internationale de l'Année polaire.

6 stations ont été crées en Nouvelle-Zemble, dont une au milieu des glaciers qui recouvrent l'intérieur de l'île. La plus importante de ces stations est sous la direction de M. M. Yermolaïev, avec M. Karbasnikov comme météorologiste et comme géophysicien le Dr Wölcken, qui fit partie de l'expédition de Wegener, au Groenland.

La stations la plus septentrionale de la Sibérie est installée au cap Cheliouskin par 77°43' N et 104°17' E, sous la direction de B.-D. Georgievsky.

D'autres stations sont établies en Sibérie, à l'île Dickson, à l'île Wrangel, à Verkhoyansk, Bulun, Novokolymak, Tiksi Bay (Rivière Léna), au cap Wellen sur la mer de Bering, à l'île Blanche, à l'île Kotelny et au cap Nording.

Dans l'archipel François-Joseph, la station de Calm Bay, Ile Hooker, a été placée sous la direction de J.-D. Papanin, et une station plus au nord à l'île Rudolph, par 81°47' N. C'est la station la plus près du pôle qui participe aux recherches de l'année polaire, et 4 personnes doivent y passer l'année entière.

L'Angleterre assure le fonctionnement d'une station à l'île Ringvasso, auprès de Tromsöe, sous la direction du Professeur E.-V. Appleton. Cette station est particulièrement équipée pour les recherches d'électricité atmosphérique.

La Pologne a envoyé 3 météorologistes, MM. Centkievicz, Lysakowski et Siedlecki, à l'île aux Ours.

Au Spitzberg, une station suédoise fonctionne sous les ordres du Dr F. Lindholm.

En Finlande, un observatoire a été créé à Petsamo, par 69°32' N et 31°13' E.

En Norvège, les observations prévues au programme international sont faites à Bodö, Bossekop et Hammerfest.

Groenland et régions voisines. — Au Groenland, il faut d'abord citer l'expédition française qui séjourne au Scoresby Sound, sur la côte orientale, sous la direction du lieutenant de vaisseau Habert. Le personnel comprend deux autres officiers de marine, un médecin de marine, deux géophysiciens et quelques marins (1).

Une station danoise fonctionne au Nord-Ouest sous la direction de M. V. Laursen.

Le Dr Max Grotewahl de Kiel, aidé du météorologiste Kern de Breslau, observe à Arsuk, au Sud-Ouest du Groenland, par 61° N et 48° W. C'est la seule participation — et encore à titre purement privé — de l'Allemagne à cette entreprise internationale, due cependant à une initiative allemande.

Le Dr Van Zuylen de Hollande travaille de son côté à Angmassalik, sur la côte orientale.

En Islande, d'autres savants hollandais font des observations aérologiques à Reykjavik. Le Professeur Mercanton de Lausanne, qui prit part à l'expédition de Quervain au Groenland, dirige une station à Snaeffellsjökull, à une hauteur de 1500 m.

A l'île Jan Mayen, l'Autriche a désiré reprendre une station occupée déjà par des savants autrichiens pendant la première année polaire de 1882-1883. Le Dr H. Tollner est à la tête du groupe d'observateurs qui y séjournent actuellement.

Canada et Alaska. — Les Anglais ont repris dans le voisinage de Fort Rae, près du Grand Lac Salé, la station que l'Angleterre avait occupée pendant la première année polaire. L'expédition est sous les ordres de J.-M. Stagg.

Le gouvernement du Canada assure le fonctionnement de 3 stations : Cape Hope's Advance, dans le détroit d'Hudson, par 61°5' N et 69°33' W, sous la direction de J.-E. Lilly; Chesterfield Inlet, sur la côte occidentale de la Baie d'Hudson, par 63°45' N et 91°51' W, à 700 km. du pôle magnétique, sous la direction de F.-T. Davies, qui a fait partie de l'expédition Byrd dans l'Antarctique; Coppermine, par 67°42' N et 115°30' W, sous la direction de R.-C. Jacobsen. Cette dernière station, située à mi-distance de l'Océan Pacifique et de l'Océan Atlantique est bien placée pour observer les invasions d'air polaire, qui constituent les fronts polaires, si intéressants pour l'étude des phénomènes météorologiques des régions tempérées.

Les Etats-Unis ont organisé 3 stations dans l'Alaska. L'une est à Point-Barrow, par 71°21' N, sous la direction de C. J. Mc Gregor; l'autre est à Nome; la troisième, la plus importante, à Fairbanks, à l'intérieur de l'Alaska, près du cercle polaire, sous la direction de E.-R. Johnson.

Tels sont les observatoires actuellement en fonction qui s'efforcent de réaliser le programme complexe d'observations de géophysique de la deuxième année polaire. La plupart de ces stations sont munies de postes de T. S. F., et elles restent en contact avec le monde civilisé. A notre connaissance, elles poursuivent toutes leur travail dans des conditions favorables. Sans doute, leurs installations matérielles sont pour la plupart d'entre-elles suffisamment confortables; sans doute aussi la longue expérience que l'homme a acquise des régions polaires permettra d'éviter bien des dangers qu'ont connus les expéditions de la première année polaire; mais il serait injuste d'oublier combien est monotone et fastidieuse cette existence assujettissante d'observations régulières. Sans avoir l'attrait dramatique des voyages de découvertes de régions inconnues, les savants qui se sont condamnés à cet exil pénible de plus d'une année méritent certainement que leurs efforts n'intéressent pas seulement les spécialistes, mais aussi le grand public, qui n'a jamais jusqu'ici ménagé la gloire aux explorateurs polaires.

Nous ne manquerons pas, dans des articles prochains, de tenir au courant les lecteurs de la *Revue* des résultats de cette entreprise grandiose qu'est la deuxième année polaire internationale 1932-1933.

J. Rouch.

(1) Le lieutenant de vaisseau Habert a fait avant son départ une remarquable conférence sur les buts de sa mission. (*Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale*, juillet 1932).

Chimie appliquée

L'emploi du bromure d'aluminium anhydre. — Un moteur utilisant un cycle binaire est, au point de vue thermodynamique, très avantageux, mais sa réalisation se heurte à de grandes difficultés. Cependant, en 1928, les Américains ont mis en marche, à Hartford, une centrale

utilisant les vapeurs de mercure et d'eau, d'une puissance de 10.000 kw. pour le seul cycle du mercure. Le rendement thermique, supérieur à celui du Diesel, atteint 58 %, et des combustibles de qualité inférieure peuvent être utilisés. Malheureusement le prix du mercure, déjà élevé, deviendrait absolument prohibitif si cette nouvelle utilisation se généralisait, et la haute toxicité des vapeurs mercurielles entraînerait des accidents mortels.

C'est pour remédier à ces deux inconvénients que M. H. Barjot, dans le *Génie Civil* du 7 janvier 1933, préconise le remplacement du mercure par le bromure d'aluminium anhydre Al^2Br^6. Ce corps fond à 93° et reste très facilement en surfusion, bout à 267°, a une densité de 2,5 et une température critique de 722°. D'une stabilité remarquable (les premiers symptômes de dissociation apparaissent à 1100°), le bromure d'aluminium n'exerce aucune action corrosive sur les aciers. Sa densité de vapeur élevée (18,64 à 440°), double de celle du mercure, entraînerait l'emploi de turbines à faible vitesse de rotation. Le bromure liquide, à l'inverse du mercure, mouille les parois, d'où une meilleure transmission de la chaleur dans la chaudière et dans l'échangeur de température, bromure — eau.

La fabrication d'un tel produit fournirait, enfin, un débouché aux réserves de brome inutilisées, sous-produits de l'extraction de la potasse. Le prix resterait bien inférieur à celui du mercure (5 francs contre 30 à 33 francs le kilo).

En contre-partie de ces avantages, le bromure d'aluminium anhydre possède l'inconvénient de se combiner très énergiquement avec l'eau et de se décomposer ensuite, vers 200°, en alumine et acide bromhydrique. En marche le bromure étant à une pression plus élevée que l'atmosphère et l'eau du condenseur, les fuites se produiraient vers l'extérieur et attireraient immédiatement l'attention par le nuage de fumée blanche produit, on en serait quitte pour compenser les pertes. Mais, au repos, afin d'éviter les rentrées d'eau dans les conduites à bromure, il serait bon d'y introduire un gaz inerte tel que l'azote.

En somme, cette action de l'eau sur le bromure d'aluminium, pour gênante qu'elle soit, ne constitue pas un obstacle insurmontable, et il serait intéressant d'expérimenter la combinaison des deux cycles bromure-eau, nettement supérieure au système mercure-eau, d'autant plus qu'il ne semble pas possible d'envisager l'emploi d'autres corps.

Ch. F.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

Le moteur Diesel dans la marine nationale de surface. — On sait que la propulsion des sous-marins a été la première application marine du moteur à combustion interne. Associé aux appareils électriques, qui fournissent l'énergie nécessaire à la marche en plongée, le Diesel employé, soit à la propulsion en surface, soit à la recharge des batteries d'accumulateurs, a depuis longtemps imposé des avantages décisifs, qui ont rendu son usage absolument exclusif dans toutes les marines. La technique du moteur de sous-marin a, d'ailleurs, progressé du tout au tout et les réalisations successives, en même temps que les puissances demandées s'élevaient, ont suffisamment mis en évidence ses qualités d'endurance et de maniabilité.

Or, il est curieux de constater que le développement de la propulsion par Diesel dans la période récente, qui s'est accusé de si impressionnante façon dans les marines marchandes, n'intéresse que très exceptionnellement les unités de surface des marines militaires. Si l'on fait abstraction des célèbres croiseurs allemands *Deutschland*, on constate que les navires de ligne de toutes les nations sont exclusivement propulsés par des turbines à vapeur. Je me suis expliqué précédemment sur ce sujet, en montrant que l'adoption du Diesel pour les croiseurs allemands correspondait à des conditions de programme très particulières, qui en limitent nécessairement la portée significative.

Toutefois, les navires de ligne et encore les unités très rapides, à forte puissance motrice, étant exclus, le moteur à combustion est susceptible de rendre de grands services pour certaines catégories de navires de guerre, réservées à des destinations spéciales, mais cependant fort importantes dans l'état actuel des exigences de la défense, et aussi en présence de la technicité croissante qui caractérise le matériel.

Il est intéressant, à ce double point de vue, de relever les deux principaux cas d'application réalisés en France, lesquels sont d'autant plus dignes de retenir l'attention qu'ils s'associent à des conceptions de navires des plus originales et des mieux réussies.

La première application concerne les avisos destinés aux campagnes lointaines et au service colonial, tels que le *Dumont-d'Urville* (fig. 1), qui a effectué ses essais dans

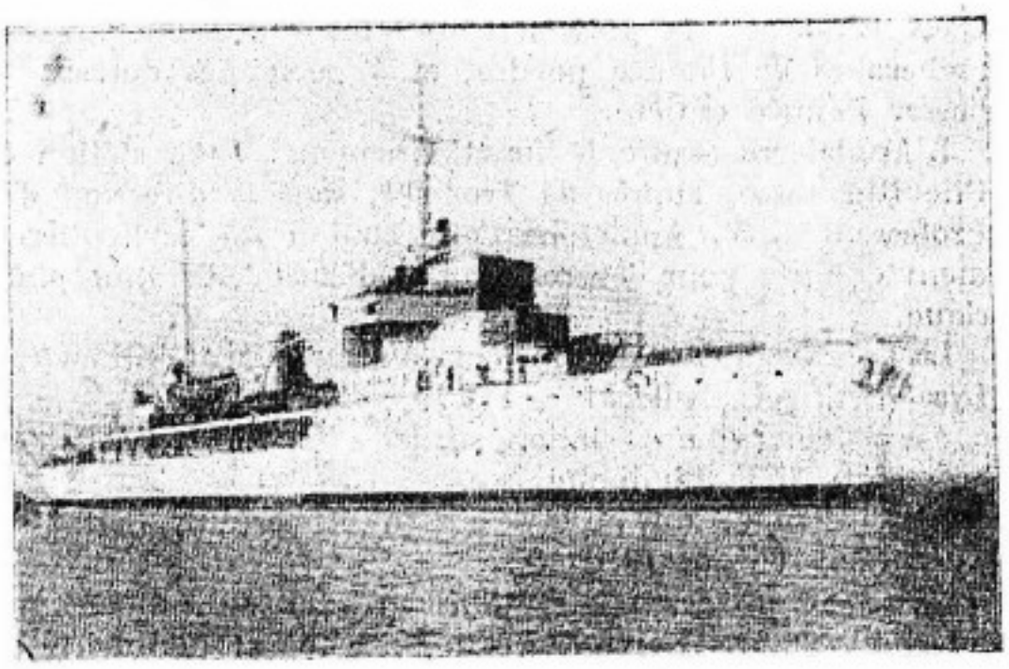


Fig. 1. — L'aviso *Dumont-d'Urville*.

les premiers mois de l'année 1932. Ce type de bâtiment définit une série qui doit comprendre douze unités similaires.

Les avisos ont un déplacement de 2 000 tonnes; ils mesurent en longueur 98 m. entre perpendiculaires et 103 m. 70 hors tout; en largeur, 12 m. 70, avec un tirant d'eau de 3 m. 85. Ces petits bâtiments, dont les lignes rappellent la silhouette élégante des croiseurs de 10 000 tonnes, sont armés de 3 canons de 138 mm., de 4 canons automatiques anti-aériens de 37 mm., ainsi que de 6 mitrailleuses. Ils sont en outre disposés pour le mouillage de 50 mines. Un hydravion est installé sur le pont des embarcations, pouvant être mis à l'eau et remonté à bord au moyen d'un mât de charge.

En raison de la nature des opérations militaires propres aux avisos coloniaux, la partie haute du bâtiment est protégée par un blindage en acier dur contre le tir d'infanterie.

Il est indispensable que des navires de ce genre, éventuellement appelés, en outre, à des missions hydrographiques, présentent toutes les conditions de salubrité et de confort qui conviennent au service dans des régions tropicales. A cet effet, le bordé des œuvres mortes est isolé contre la chaleur dans toute la région des locaux habités et la ventilation est particulièrement développée.

L'effectif transporté normalement comprend 123 personnes, dont 13 officiers.

La vitesse prévue pour ces unités est de 15 nœuds 5, avec une puissance motrice de 3 200 CV. En revanche, elles doivent posséder un très grand rayon d'action, leur permettant de parcourir, sans ravitaillement, un trajet de 13 000 milles à l'allure de 10 nœuds.

On conçoit que ces données de principe aient en quelque sorte imposé l'adoption du moteur à combustion, celui-ci apportant encore l'avantage, non moins essentiel, d'éviter au personnel le service de la chauffe particulièrement pénible dans les pays chauds.

Sur le *Dumont-d'Urville*, qui a été construit à Bordeaux par les Ateliers et Chantiers maritimes du Sud-Ouest, sont installés deux moteurs Sulzer, à deux temps et simple effet, construits par les Chantiers de la Loire. La vitesse atteinte aux essais a dépassé de 2 nœuds celle de 15,5 prévue au contrat. Sur le *Bougainville*, construit aux Forges et Chantiers de la Gironde, l'appareil moteur se compose de deux moteurs Burmeister, construits au Creusot.

La capacité des soutes à mazout est de 225 tonnes. L'appareillage auxiliaire est entièrement électrique. Deux chaudières Riley assurent le chauffage, ainsi que les services d'hygiène.

La seconde application récente du moteur Diesel concerne un type de navire plus spécial encore; il s'agit du ravitailleur de sous-marins *Jules-Verne* (fig. 2), construit à l'arsenal de Lorient et livré à la Marine au milieu de l'année 1932. Ce bâtiment est de dimensions sensiblement plus considérables que les avisos précédents : il mesure 115 m. de longueur et 18 m. de largeur, avec un tirant d'eau de 5 m. 80. Le déplacement est d'environ 6 000 tonnes.

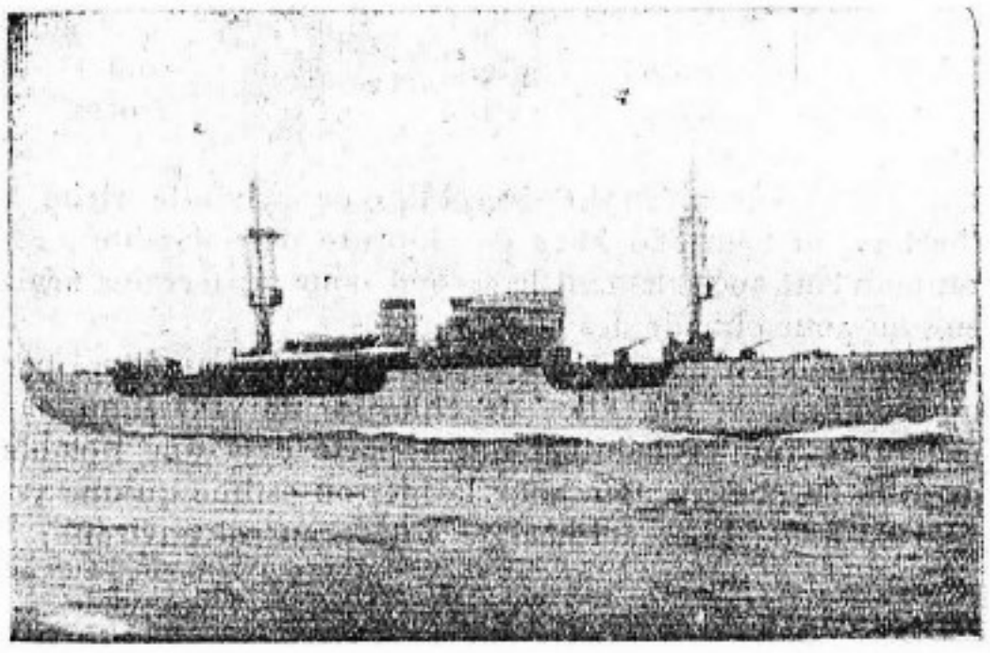


Fig. 2. — Le *Jules-Verne*.

La destination du *Jules-Verne*, qui n'implique qu'un armement très réduit, soit 4 canons de 90 mm. et 4 canons anti-aériens de 37 mm., se rapporte à trois ordres de fonctions, en vue desquelles ont été ordonnés la disposition et l'aménagement du navire. C'est, en premier lieu, celle du ravitaillement proprement dit, qui consiste à transporter, pour en fournir les sous-marins opérant loin des bases, les approvisionnements nécessaires en vivres, eau potable, eau douce pour les accumulateurs, combustible liquide, huile de graissage, etc...

En second lieu, le bâtiment est équipé en atelier de réparations. Il est muni de nombreuses machines-outils qui permettent, non seulement d'effectuer toutes les réparations courantes pour moteurs à combustion, mais de faire également face à des réparations plus importantes. De plus, l'installation comprend les instruments et dispositifs destinés au réglage des multiples appareils de précision qui entrent dans l'équipement des sous-marins.

Enfin, le navire est aménagé pour loger, indépendamment de son personnel propre, qui comprend 233 personnes, une partie des équipages des sous-marins pendant les périodes de repos, soit environ 260 personnes.

La puissance motrice atteint 8 000 CV : elle est fournie par deux moteurs Sulzer, à deux temps et simple effet. La vitesse prévue de 16 nœuds a été largement dépassée aux essais. A cette installation, déjà importante par elle-même, s'adjoint en outre une forte centrale électrique. Celle-ci se compose de 4 groupes générateurs de 765 kilowatts chacun, actionnés par 4 moteurs Sulzer, ainsi que de 3 groupes survolteurs-dévolteurs pour la recharge des batteries d'accumulateurs. Le *Jules-Verne*, avec son outillage multiple et puissant, est particulièrement caractéristique de l'orientation toujours plus spécifiquement technique des marines modernes.

Louis Basso.

Chimie agricole

Les sels de potasse en agriculture. — C'est au chimiste allemand Liebig que nous devons l'emploi de la potasse pour amender et fertiliser les terres de culture; ce fut lui qui, au milieu du siècle dernier voulant traiter l'agriculture d'une manière scientifique, créa en quelque sorte une nouvelle branche de la chimie : la chimie agricole.

Les recherches l'amenèrent à des conceptions toutes nouvelles sur la nutrition des plantes : on avait cru jusqu'alors que celles-ci se nourrissaient presque exclusivement de l'humus du sol et qu'en tout cas les substances minérales qu'il pouvait renfermer n'avaient aucune influence sur leur croissance. Liebig prétendit au contraire que sans les substances minérales que les végétaux tirent du sol, leur croissance serait impossible. Comme corollaire il ajouta qu'au cas où une des substances essentielles vienne à faire défaut, on peut y remédier en la restituant sous forme de sels minéraux.

Cette thèse réellement audacieuse détruisait nombre de conceptions et de pratiques séculaires, mais confirmée amplement par les expériences sans nombre qui suivirent, elle amena rapidement la naissance des engrais artificiels.

Aujourd'hui on est mieux fixé; on sait que les trois principes nutritifs les plus indispensables à la vie et à la croissance des végétaux sont l'azote, l'acide phosphorique et la potasse; mais comme fréquemment l'agriculture travaille sur des terres cultivées depuis les temps les plus reculés, il n'est pas surprenant que nombre d'entre elles s'acheminent vers l'épuisement. Cet épuisement serait d'ailleurs complet, comme quelques exemples sont visibles, sans les fumures qui rendent à la terre une partie des éléments utiles à la plante.

Les nitrates et les phosphates de chaux ont été les premiers utilisés apportant azote et phosphore. Quant aux

engrais potassiques ils ne datent guère que de la fin du siècle dernier. C'est un peu parce qu'ils sont les derniers venus que la plupart des terres de culture en réclament.

L'origine étymologique du mot « potasse » réside dans la corruption de l'assemblage de deux mots anglais : « Pot » qui signifie récipient métallique et « Ashes » qui veut dire cendres, rappelant le procédé primitif de préparation par les cendres de bois lessivées à l'eau chaude. Cependant le mot latin *Kali* qui dérive lui même de l'arabe, a prévalu dans le domaine de la chimie; les Allemands l'ont aussi conservé et nous-mêmes en avons fait le terme « alcali ».

Comme nous venons de le dire, jusqu'au milieu du siècle dernier la potasse et tous ses composés furent demandés aux cendres végétales; on en produisait bien quelque peu par lessivages de terres salpêtrées provenant de grottes, mais c'était insignifiant et devant la disparation rapide des forêts, on tentait le traitement des eaux-mères des salines. On était déjà arrivé à retirer une partie des sulfate et chlorure de potassium que ces eaux renfermaient et on voyait dans la mer la véritable source de potasse de l'avenir.

Ce fut à ce moment, où d'ailleurs d'autres procédés étaient à l'étude (entre autres celui du lessivage de la laine des moutons), que les sels minéraux de Strassfurt vinrent juste à point pour alimenter les besoins grandissants en sels de potassium et pour en permettre de nouveaux.

Le bassin allemand resta le seul fournisseur important jusqu'en 1912, date du commencement de l'exploitation des couches potassiques alsaciennes, découvertes en 1904. Le retour à la France par le traité de Versailles du 23 juin 1919, de cette riche région a permis de leur donner tout le développement désirable. Car si la zone minéralisée de Mulhouse semble moins vaste que celle de Magdebourg, elle renferme des produits potassiques incontestablement plus riches. De 355.000 tonnes qu'elle produisait en 1913; elle est passé en 1930 à 3.500.000 tonnes, dix fois plus environ; elle pourvoit ainsi aux besoins toujours croissants du pays et a aussi abordé franchement l'exportation.

Les couches souterraines renfermant les sels potassiques sont encastrées dans une masse énorme de sel gemme (chlorure de sodium); elles ont de 2 à 4 mètres de puissance et se trouvent à des profondeurs comprises entre 400 à 800 mètres. L'extraction se fait par des puits comme dans les mines de charbon et l'exploitation y est conduite sensiblement de la même façon.

On connait déjà 200 kilomètres carrés sous lesquelles on est certain de la présence des couches de potasse et des sondages tendent chaque jour a accroître cette superficie; les réserves sont donc énormes, et les évaluations du début qui, avec un milliard 870 millions de tonnes de sel brut (soit 300 millions de tonnes de potasse pure) semblaient exagérées, sont aujourd'hui trop faibles.

Les sels de potasse livrés au commerce et à l'agriculture sont de deux sortes :

1° Les sels bruts, broyés à une grosseur ne dépassant pas 4 m/m. pour lesquels on fait deux catégories de teneur : la sylvinite à 14-16 % de potasse pure et la sylvinite riche à 18-22 %.

2° Les sels concentrés, obtenus par dissolution et élimination d'une partie du sel gemme; ces derniers sont de plus en plus demandés puisqu'ils évitent les frais de transport et de manipulation de la plus grande quantité possible de matière inerte et inutile. Nous donnons ci-dessous les analyses moyennes des qualités courantes préparées pour la vente :

	K^2O	KCl	NaCl	$MqCl^2$	$MqSo^4$	$CaSo^4$	H^2O	
	Potasse pure	Chlorure de potassium	Chlorure de sodium	Chlorure de magnésium	Sulfate de magnésium	Sulfate de calcium	Eau	Insoluble argile et oxyde de fer
Sylvinite-Kainite.	14-16	21-25	55-67	0,1 -0,7	néant	2 -5	0,7-1,2	10 -14
Sylvinite riche	20-22	32-35	50-55	0,1 -0,5	néant	2 -4	0,5-1,2	9 -12
Chlorure de potas. 50-60 %	50-60	79-95	4-5	0,1 -0,5	néant	0,3-0,4	0.3-1,5	0,5-5
Chlorure de potas. 60-62 %.	60-62	95-98	4- 0,7	0,05-0,1	néant	0.1-0,3	0,1-0,3	traces

On a pris l'habitude d'évaluer la richesse du sel en potasse pure (K^2O).

Si toutes les terres végétales ont besoin de potasse pour éviter l'épuisement, on connait par expérience les résultats acquis sur les principales cultures. La pomme de terre et la betterave en sont avides et l'addition aux fumures habituelles d'une forte dose de sels potassiques augmente le rendement d'une façon surprenante. Voici d'ailleurs résumée dans le tableau ci-après la fumure moyenne que recommande la Société Commerciale des Potasses d'Alsace pour les cultures de betteraves; ces chiffres découlent d'innombrables essais très exactement contrôlés :

	Betteraves sucrées	Betteraves fourragères	Betteraves porte-graines
Fumier	30.000	30.000	30.000
Nitrate de soude	200	150	100
Sulfate d'ammoniaque..	150	200	250
Sylvinite riche ou	700	800	1.000
Chlorure de potassium.	300	350	400
Superphosphates ou ..	500	600	700
Scories	500	600	700

Pour la pomme de terre en plus des engrais azotés et phosphatés, on préconise 800 kilos de sylvinite riche à l'hectare ou bien 350 kilos de chlorure de potassium, recommandant spécialement le second pour les terrains argileux ou pour obtenir des effets rapides.

Le rendement des céréales est sensiblement amélioré par une addition de 160 kilos de chlorure de potassium par hectare au fumier habituel qui apporte déjà une notable quantité de potasse. Car pour le blé, on estime qu'une recolte de 3.600 kilos à l'hectare enlève au sol environ :

150 kilos d'azote;
91 kilos d'acide phosphorique;
180 kilos de potasse.

Sur la vigne, les sels potassiques ont donné aussi d'excellents résultats, il en est de même sur les arbres fruitiers, sur les prairies naturelles ou artificielles, sur le tabac, etc...

Et si en France, la consommation de potasse pure par hectare de terre cultivée n'est encore que de 5 kilos, restant loin en arrière de celle allemande qui dépasse 25 kilos, il ne faut pas oublier qu'elle n'était que de 1 k. 400 en 1913; cet accroissement se poursuit d'ailleurs régulièrement, ne s'appuyant plus sur des résultats hypothétiques mais bien sur ceux déjà constatés par les agriculteurs eux-mêmes.

V. C.

Variétés

L'orgue électronique. — S'imaginer un instrument nouveau donnant les mêmes sonorités que l'orgue actuel à tuyaux, mais basé uniquement sur des principes scientifiques entièrement différents de ceux qui ont été employés jusqu'à ce jour, aurait semblé, il y a quelques années, une véritable utopie. Aussi la nouvelle invention suscita-t-elle aussitôt une vive curiosité et de nombreux

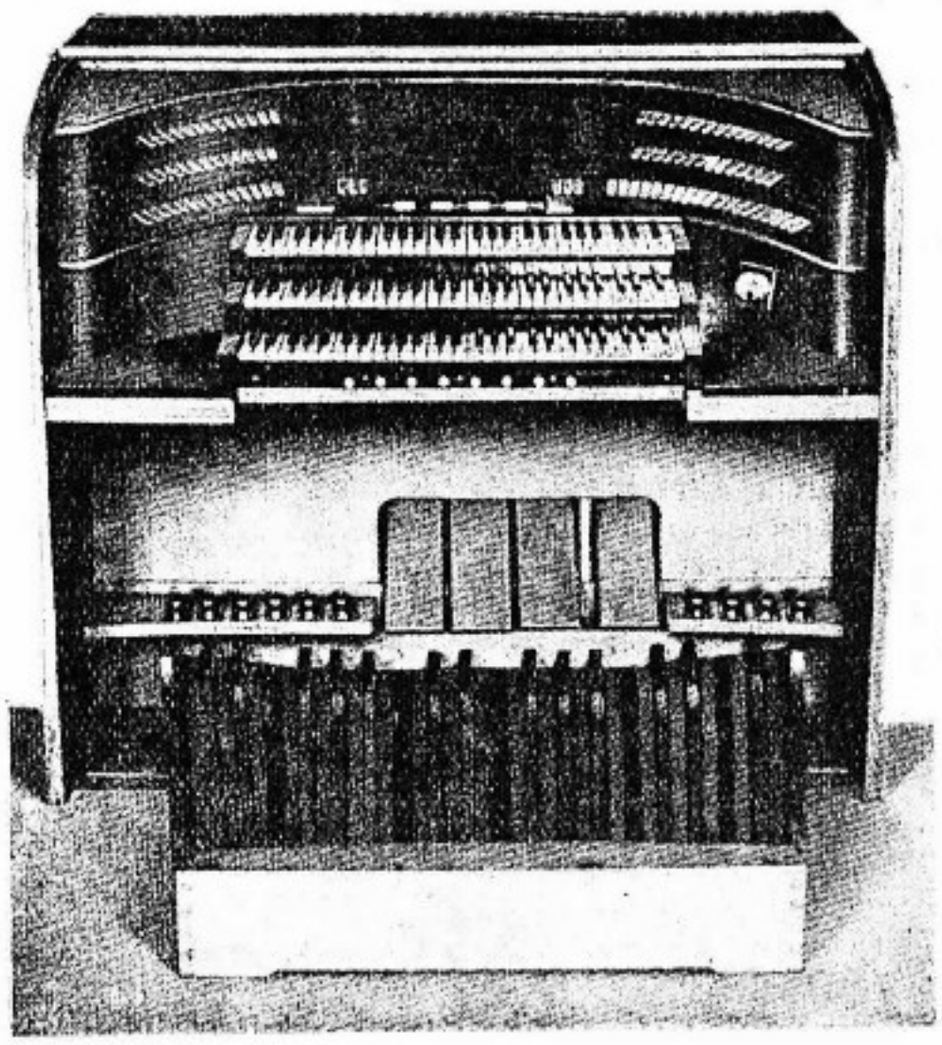


Fig. 1.
Console de l'orgue de 76 jeux, du *Poste Parisien*.

amateurs désirèrent entendre la voix de l'orgue électronique à Villemonble, dès son apparition, vers la fin de 1930.

Théoriquement, son principe est facile à saisir : tous les sans-filistes savent que le passage d'un courant modulé dans un diffuseur produit un son variable suivant la fréquence de la modulation ; à une fréquence déterminée, correspond un son bien déterminé également comme hauteur ; il est donc aisé de comprendre que le mécanisme du nouvel instrument ne doit tendre qu'à agir sur le courant envoyé dans le haut-parleur ou diffuseur et à le modifier convenablement pour obtenir les notes correspondantes. Mais il y a lieu de conserver à l'orgue électronique la forme primitive de l'appareil à tuyaux, afin ceptibles de s'en servir. Cette condition est, du reste, de le mettre à la portée de tous les musiciens actuels sus- facile à réaliser : le clavier sera maintenu ainsi que les pédales et l'on donnera à l'ensemble et à tous les accessoires de commande les formes et l'ordre qu'ils avaient dans l'orgue à tuyaux, de façon à ce que, sur ce point important de l'extérieur, l'analogie soit complète, comme la figure 1 ci-contre permet de le juger. Mais ce sera là le seul point commun ; les touches et les pédales, au lieu d'agir sur les entrées d'air dans les tuyaux, ne seront, dans le nouvel orgue, que des leviers de commande provoquant l'entrée ou l'interruption d'un courant électrique dans un ou plusieurs circuits oscillants.

La console de commande représentée dans la figure 1 est celle de l'orgue du Poste Parisien ; elle comprend trois claviers, quatre pédales d'expression, huit pédales à pied, quatre-vingt-sept manettes pour les jeux disposées à droite et à gauche du clavier. L'organiste a donc à sa disposition toutes les facilités désirables sans être obligé de fournir aucun effort vraiment appréciable (fig. 2).

Pour comprendre le fonctionnement de cet instrument, imaginons un petit poste émetteur élémentaire avec capacité et selfinduction associées à une lampe triode, le tout convenablement choisi ; un courant électrique continu, en le traversant, le transformera en circuit oscillant dont la fréquence sera donnée, avec une approximation suffisante en pratique, par la formule suivante :

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{CL}}$$

où f est la fréquence, C et L les capacité et self induction du circuit ; ces deux caractéristiques bien déterminées correspondent à la fréquence ou hauteur d'une note de la gamme. Ainsi le la du diapason nécessite une fréquence de 435 et pour les sept notes de l'octave, les fréquences sont proportionnelles aux rapports numériques suivants, en partant du do :

1, 9/8, 5/4, 4/3, 3/2, 5/3 et 15/8 (1).

Il suffit de doubler ces fréquences pour passer à l'octave suivant et ainsi de suite. Les harmoniques du son fondamental sont les notes donnant une fréquence mul-

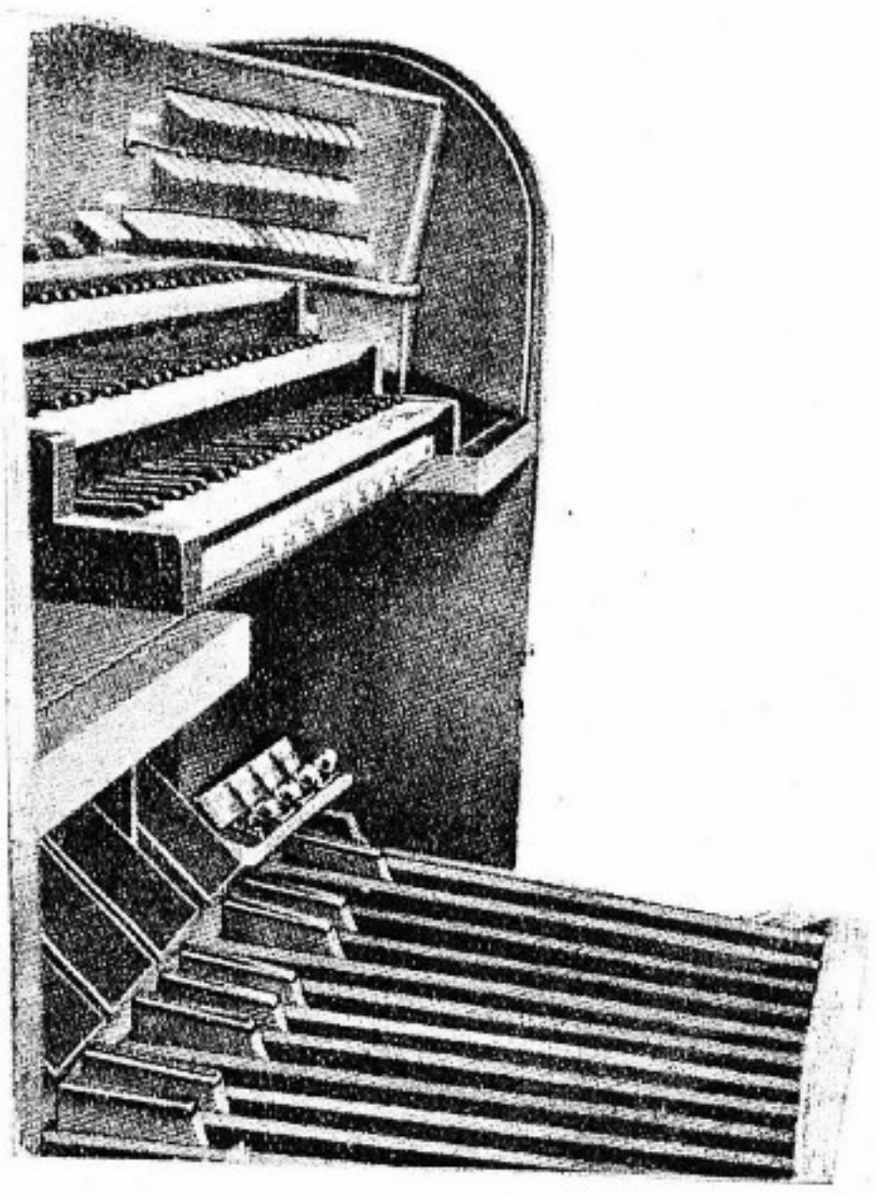


Fig. 2.
Claviers et pédales de l'orgue électronique du *Poste Parisien*.

tiple de la fréquence de ce son. En partant de l'octave qui suit l'octave (1), nous verrions que le do et le sol

— de fréquences double et triple dans l'octave (2) — sont les harmoniques du do de l'octave (1).

Pour la gamme tempérée, où les musiciens ont été amenés à introduire les demi-tons et à ajouter ainsi cinq notes nouvelles à celles de l'octave (en tout douze notes), on prend pour fréquences consécutives les termes d'une progression géométrique dont la raison est la racine douzième du nombre 2, qui diffèrent très peu de la gamme naturelle.

Dans l'orgue électronique, chaque touche ou pédale actionnant un circuit de fréquence déterminée, le courant d'oscillation de ce circuit envoyé dans le haut-parleur donnera la note correspondante, en sorte que nous n'utiliserons ici que le courant d'oscillation, les ondes de propagation du poste émetteur élémentaire ne nous étant d'aucune utilité, il faudra nous en débarrasser. Chacun de ces circuits oscillants sera donc enfermé dans une boîte métallique étanche qui, en s'opposant à la transmission de ces ondes à l'extérieur, limitera leur champ de propagation à son volume.

Indépendamment de la hauteur du son qui correspond à une fréquence déterminée du courant modulé, on doit pouvoir faire varier à volonté son intensité. Dans l'orgue électronique, on arrive aisément à ce résultat par l'amplification des courants d'oscillation ; on peut d'ailleurs faire varier cette amplification elle-même par l'utilisation des pédales d'expression qui agissent sur des curseurs de résistances reliées aux circuits des amplificateurs. Le réglage de l'intensité est ainsi facile à réaliser.

La troisième qualité du son est le timbre qui permet de distinguer les unes des autres des notes identiques données par des instruments différents ou rendues par la voix humaine. Pour une note déterminée, la fréquence doit être bien déterminée, le timbre du son provient de vibrations et fréquences supplémentaires qui se superposent au son primitif en harmonique avec lui. Les changements de timbre qui sont nombreux et très variés dans l'orgue électronique, peuvent être obtenus de deux façons : par la méthode analytique en réunissant un grand nombre d'harmoniques dans une même oscillation et en procédant ensuite par filtrage de certains d'entre eux à l'aide de circuits de capacités et de self inductions convenablement choisies ; dans la méthode synthétique au contraire, on part de l'oscillation fondamentale à laquelle on superpose les unes après les autres les oscillations produites par d'autres circuits en harmonique avec elle. Les variations de timbres, une fois obtenues par l'une ou l'autre méthode, peuvent être réalisées pratiquement par les dispositifs de commande que nous avons vus sur la console ; il est, du reste, toujours facile de les modifier sur place par le changement de certains éléments filtreurs ; on voit, par le nombre des jeux, la variété considérable des combinaisons que l'on peut obtenir de cette façon.

L'orgue électronique réalise la polyphonie de deux manières différentes : 1° par l'émission simultanée dans plusieurs haut-parleurs des notes avec timbres différents à la façon de plusieurs instruments faisant partie du même orchestre ; 2° par la réunion de plusieurs voix combinées dans le même haut-parleur ; chacune des notes est donnée par une touche qui, en s'abaissant, relie au circuit oscillant le circuit qui lui donne le timbre désiré par l'intermédiaire du haut-parleur. Une seconde touche peut donner une seconde note avec un second timbre dans le même haut-parleur avec amplification identique sans que la superposition simultanée de ces diverses monophonies n'amène des bourdonnements provenant d'interférences musicales qui en rendraient l'audition désagréable et défectueuse.

Le plus important des orgues électroniques construits jusqu'à présent est celui du Poste Parisien, sur ses soixante-seize jeux, dix seulement sont électro-pneumatiques pour les réalisations de sons tout à fait spéciaux comme les cloches.

Ses haut-parleurs sont au nombre de dix disposés symétriquement de chaque côté de la console : les haut-parleurs électro-magnétiques sont surtout réservés pour les

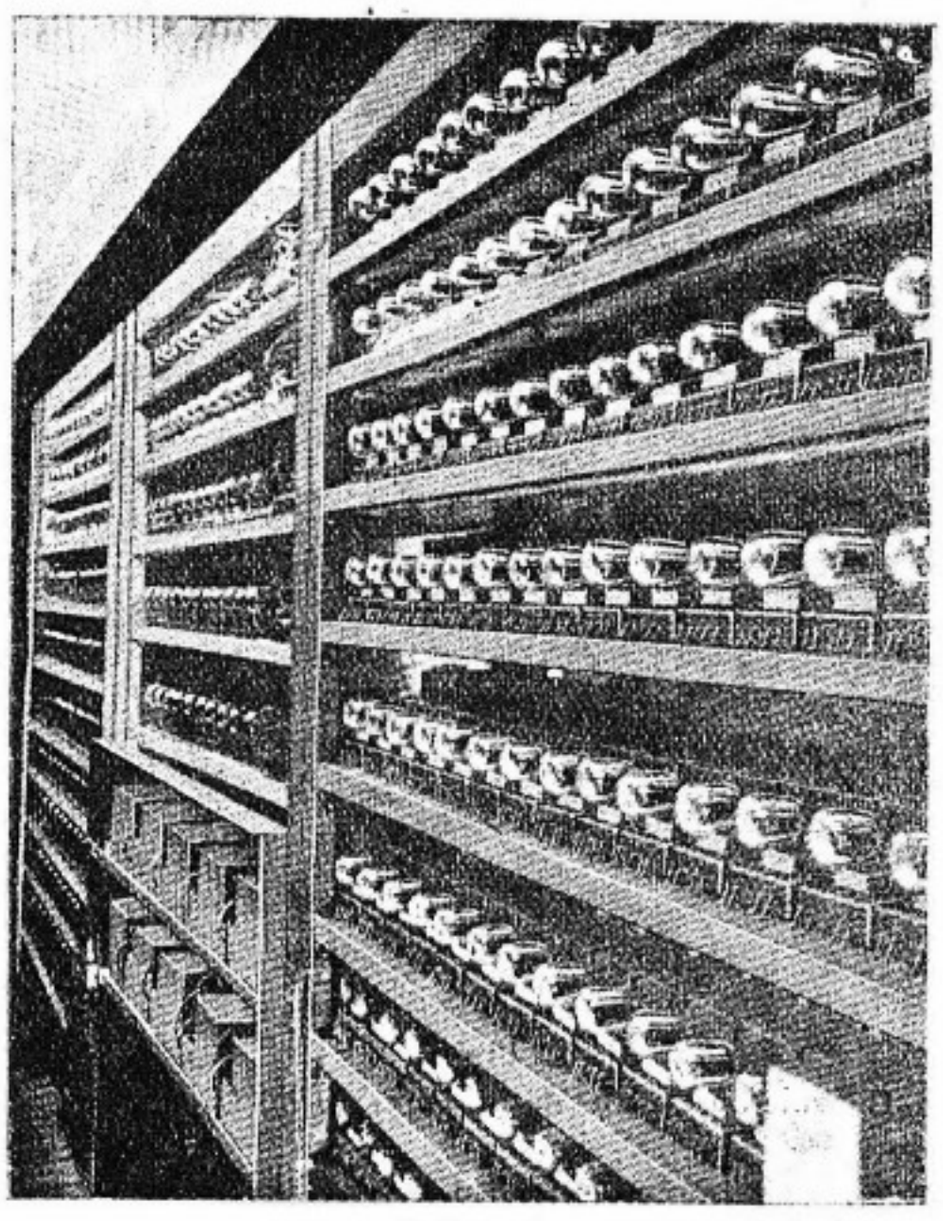


Fig. 3.
Circuits oscillants du *Poste Parisien*.

sons aigus, tandis que les haut-parleurs électrodynamiques donnent de préférence les notes graves. Les circuits oscillants sont au nombre de trois cent quatre-vingts disposés derrière la console par rangées, comme le montre la figure 3. Leur encombrement est ainsi aussi restreint que possible, et, du reste, on peut, au besoin les séparer de la console et les placer, ainsi que les haut-parleurs, en un point où l'audition donne les meilleurs effets.

Pour l'alimentation de l'orgue électronique du Poste Parisien, on a disposé un moteur monophasé de cinq chevaux actionné par le courant de la Société Parisienne de Distribution qui entraîne trois dynamos à courant continu accompagnées d'appareils filtrants ; la première donne du courant à 200 volts pour la tension des circuits oscillants, la seconde de 8 à 15 volts pour l'alimentation des amplificateurs et haut-parleurs électrodynamiques et la troisième de 4 à 6 volts destinés au chauffage des filaments des lampes. L'ensemble des connexions est ramené dans la grande salle de l'auditorium et relié aux circuits et appareils de l'orgue électronique.

En dehors de l'orgue de Villemomble le premier en

date et après celui du Poste parisien, un autre orgue électronique moins puissant a été réalisé dernièrement ; il ne comprend que cent quatre-vingt-dix circuits oscillants ; quoique plus modeste, il produit encore de beaux effets.

Enfin les créateurs ont eu également l'idée d'utiliser le clavier d'un piano pour la réalisation d'un petit orgue électronique comprenant soixante-huit circuits oscillants sans toucher d'ailleurs pour cela aux appareils et à la constitution intérieure du piano : sur ce même piano est également greffée l'installation d'un pianola automatique dont on peut moduler à volonté la sonorité ainsi que la cadence à l'aide de manettes spéciales.

Les touches du clavier, tout en actionnant les marteaux du piano, établissent les contacts destinés à envoyer du courant continu à 120 volts dans les divers circuits oscillants et, par là même, à donner les sons correspondants dans des haut-parleurs électrodynamiques au nombre de cinq.

L'appareil peut être utilisé de plusieurs façons, car on peut supprimer à l'aide d'un interrupteur, l'envoi de courant actionnant les circuits oscillants ; le piano alors se fait seul entendre. D'un autre côté, à l'aide d'un levier placé sur les bords du clavier, on peut interposer un écran de bois entre les marteaux et les cordes du piano ; dans ce cas, si le courant est rétabli, les touches actionnent l'orgue seul.

Le rétablissement du levier et du courant permettraient aux touches d'actionner simultanément le piano et l'orgue, ce qui est d'un effet très agréable ; enfin le pianola peut seul fonctionner à part.

Nous n'insisterons pas longuement sur les résultats obtenus par ces instruments au point de vue du fonctionnement et de l'audition musicale ; à la différence des orgues à tuyaux, ils sont insensibles aux variations de température produisant, par les dilatations des tuyaux plus ou moins accusées des désaccords plus ou moins perceptibles ; grâce à la souplesse de leurs commandes, ils sont encore plus facilement susceptibles d'assurer l'exécution aux allures les plus rapides aussi bien dans les notes aiguës que dans les notes graves.

L'auditeur de radiodiffusion qui entend la voix de l'orgue du Poste Parisien a été d'abord frappé par la sécheresse de ses finales qui ne semble pas d'un effet semblable à ceux des autres orgues. Cela tient à la suppression de l'écho réalisé minutieusement dans l'auditorium des Champs-Elysées : cette suppression, très appréciable pour la netteté de reproduction de la voix humaine, semble plutôt nuisible à l'orgue électronique dont elle atténue la puissance et le volume de son ; aussi va-t-on y remédier incessamment. De plus, les musiciens sont obligés de travailler spécialement en ce moment pour s'habituer au fonctionnement du nouvel instrument dont le toucher est très différent de celui de l'orgue à tuyaux ; à l'inverse de ce dernier, ils se trouvent en présence d'un clavier très sensible et qui exige beaucoup de douceur ; mais, avec ses multiples jeux et le fonctionnement rationnel des pédales d'expression, on peut aisément arriver à donner à l'orgue électronique l'illusion complète des orgues les plus perfectionnées de nos grandes cathédrales.

J. DE LACROIX.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 février 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Rosenblatt.* — **Sur les théorèmes de M. Picard dans la théorie des équations aux dérivées partielles non linéaires du type elliptique.**

— *P. Lévy.* — **Sur la convergence absolue des séries de Fourier.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *E. Kogbetliantz* (prés. par M. E. Borel). — **Sur la détermination du saut D (x_0) de $f(x)$.**

GÉOMÉTRIE. — *W. Slebodzinski* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur les complexes de géodésiques dans une variété V_3.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *E. Crausse* et *J. Baubiac* (prés. par M. H. Villat). — **Sur une modification de la méthode chronophotographique.**

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *E. Mathias.* — **Contribution à l'étude de la matière fulminante: évaluation du rapport constant qui existe entre le volume final et le volume initial dans la décomposition progressive à la pression atmosphérique, lorsque la température finale est identique à la température initiale.**

Lorsqu'une foudre sphérique se détruit à pression atmosphérique constante, sa température finale étant identique à sa température initiale, son rayon double, le volume étant devenu 8 fois plus grand.

SPECTROSCOPIE. — *R. Bossuet* (prés. par M H. Le Chatelier). — **Sur la sensibilité photographique des raies des métaux alcalins dans la flamme oxyacétilénique.**

Le principe de la technique employée consiste à imprégner, de la solution à étudier, un batonnet fait d'une substance inerte et qui est introduit dans la flamme. Comme substance inerte, l'auteur s'est servi de pyrophosphate de magnésium : il a imprégné les batonnets d'une quantité connue et très faible de chlorures alcalins, puis a étudié, pour les teneurs décroissantes, la disparition de quelques raies caractéristiques de chaque métal alcalin. Un tableau indique les observations relatives aux sensibilités photographiques de ces raies.

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *G. Déjardin* et *R. Laterget* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur la sensibilité spectrale des cathodes photoélectriques à l'oxyde de caesium.**

ÉLECTROCHIMIE. — *Mlle Quintin* (prés. par M. J. Perrin). — **Etude de la force électromotrice de la chaîne: cuivre, sulfate de cuivre; sulfate mercureux, mercure à 25°.**

PHOTOCHIMIE. — *R. Audubert* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la différentiation des effets électroniques et des effets photoélectrochimiques dans les éléments photovoltaïques.**

L'étude des caractéristiques photovoltaïques pour plusieurs fréquences, permet, en choisissant les électrolytes, de dissocier dans l'action de la lumière sur les électrodes l'effet photoélectrochimique d'un effet électronique interne secondaire.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Muraour* et *G. Aunis* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les lois de combustion des mélanges de poudres.**

Les auteurs ont montré antérieurement que $\int p\,dt$ d'une poudre n'est pas modifié si, à une partie de la charge, on substitue une poudre plus vive possédant une température d'explosion, soit plus basse, soit plus élevée. Les expériences qui avaient été faites à une densité voisine de 0,2, ont été reprises à des densités plus faibles. Les essais ont été exécutés soit avec des charges constituées par une poudre (B. 109) sans dissolvant à 9 o/o de diéthyldiphenylurée, soit avec des charges constituées par 50 o/o de cette poudre et 50 o/o d'une poudre à 40 o/o de nitroglycérine sans stabilisant (A. 22) étirée en tubes de 1 mm. 12 d'épaisseur. Les résultats sont indiqués dans un tableau.

— *F. Bourion* et *Mlle O. Hun* (prés. par M. G. Urbain). — **Cryoscopie du paraldéhyde de l'acétone et de l'éther dans les solutions de sulfates d'ammonium et de magnésium.**

Le paraldéhyde ne possède pas de constante cyoscopique déterminée dans les solutions de sulfates d'ammonium et de magnésium; toutes choses égales d'ailleurs ce paramètre croît avec la dilution, est plus élevé pour le sel de magnésium que pour celui d'ammonium et, dans le même sens, il y a dépolymérisation croissance du paraldéhyde.

La solution des deux sels précédents manifestent, au contraire, une constante cryoscopique bien définie au regard de l'acétone et de l'éther. Elle est sensiblement la même pour chaque substance organique dans le sulfate d'ammonium et le sulfate de magnésium, elle croît avec la concentration en sel et est plus grande pour l'éther que pour l'acétone.

— *R. Dufour* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la surtension électrolyte initiale du dégagement de l'hydrogène sur le mercure.**

L'étude de la surtension électrolytique dans le cas d'un métal déterminé, le mercure, placé dans des conditions particulières d'équilibre réversible, semble conduire à ce résultat que la surtension initiale est nulle.

— *J. Bouchard* (prés. par M. Matignon). — **Etude quantitative de l'action inhibitrice de quelques ions sur le pouvoir fluorescent de l'uranine.**

Les mesures ont été effectuées à l'aide du fluoromètre de Francis Perrin, relativement à l'influence de divers sels alcalins sur la fluorescence de l'uranine en solution aqueuse. L'auteur, ayant reconnu antérieurement l'influence qu'exerce sur le pouvoir fluorescent de l'uranine la concentration en ions H + de ses solutions, il a opéré, dans tous les cas, sur des mélanges dans lesquels Na OH existait à l'état de solution N/10. Un tableau donne les valeurs des coefficients h relatifs à divers ions étudiés à l'état de sels de sodium ou de potassium, les concentrations B étant exprimées en grammes par litre. Ces valeurs des coefficients h permettent de caractériser et d'évaluer le pouvoir inhibiteur des divers ions.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Rambaud* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'acide γ-oxycrotonique *trans*.**

Cette forme *trans* a été obtenue à l'état pur, par l'auteur, par saponification totale du Y, acétoxycrotonate d'éthyle (ou de méthyle) obtenu lui-même selon le procédé indiqué dans une précédente note (*C. R.*, 194, 1932, p. 1.168). Elle est stable et ne donne pas de lactone par deshydratation. Elle ne distille pas, même dans le vide, mais s'y décompose lorsqu'on l'y chauffe fortement.

— *G. Darzens* et *M. Meyer* (prés. par M. Béhal). — **Nouvelle méthode générale de synthèse des aldéhydes.**

La méthode met directement en œuvre les dérivés halogènes R X faciles à préparer avec les alcools R O H. Elle repose sur les réactions suivantes : Dans une première phase on fait réagir le composé R X sur le dérivé sodé de l'éther éthoxy-malonique de manière à obtenir l'éther éthoxy-malonique substitué. Ce dernier par saponification donne d'abord le diacide, puis par distillation dans le vide l'acide α-éthoxy. Dans une deuxième phase on décompose cet acide par surchauffe vers 280°-300° à la pression normale, de manière a obtenir l'aldéhyde R—CHO suivant une réaction indiquée précédemment (*C. R.*, 196, 1933, p. 348).

— *D. Ivanoff* et *I. Abdouloff* (transm. par M. V. Grignard). — **Sur la vitesse de dégagement des hydrocarbures engendrés par action de l'indène sur les dérivés organomagnésiens aliphatiques. Méthode de mesures de la force de liaison des radicaux alcoyles avec le groupe magnésyle.**

PÉTROGRAPHIE. — *L. Berthois* (prés. par M. Cayeux). — **Etude du métamorphisme de contact à l'aide des minéraux lourds.**

L'étude du métamorphisme de contact, fait à l'aide des plaques minces de roche, peut être complété par l'étude de minéraux lourds. Lorsqu'il est impossible de prélever des échantillons frais, on peut étudier le métamorphisme avec les arènes seules. Par suite de la quantité relativement considérable d'arène soumise aux séparations, cette méthode permet de déceler des modifications métamorphiques relativement peu importantes, qui pourraient échapper à l'exament par la méthode habituelle des plaques minces.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *A. Bigot.* — **Déformations des grès cambriens avec galets aux environs de Cherbourg.**

Les caractères particuliers aux grès cambriens des environs de Cherbourg sont dus à des phénomènes mécaniques. Ils résultent de l'entraînement, au-dessus d'eux, du massif précambrien qui les borde au nord et qui s'est déplacé vers le sud en les chevauchant. Cet écrasement est distinct de celui qui a produit, avant le Cambrien, le feuilletage des roches gneissiques du bord nord du Synclinal de Siouville.

BOTANIQUE. — *Mme Vorms* (prés. par M. Molliard). — **Caractères anatomiques résultant de l'arrêt du développement chez les galles.**

Le développement des galles peut résulter de la disparition de la larve parasite, soit par substitution d'un parasite secondaire à la larve primitive, soit en détruisant celle-ci par un traumatisme expérimental. Chez toutes les galles arrêtées dans leur développement, il existe des caractères communs : réduction de taille et de coloration, paroi plus mince, moins résistante, modification de structure des tissus. Les caractères observés sont semblables à ceux des galles normales au début de leur croissance. La disparition de la larve suspend toute activité cellulaire.

CRYPTOGAMIE. — *S. Mahdihassan* (prés. par M. Mangin). — **Sur les différents symbioses des Cochenilles productrices ou non productrices de cire.**

Les diverses Cochenilles se distinguent par les caractères de leur sécrétion, laques et cires d'aspect et de pro-

priétés variables. Il y a une relation entre la nature de ces sécrétions et celle des symbiotes que renferment les Insectes-producteurs. Les symbiotes des Insectes à cire sont toujours des formes Levure, de nature assez différente pour que leur seule présence permette de déterminer l'Insecte qui les renferme. Chez les Insectes producteurs d'une pseudo-gomme laque peu ou pas fusible et incomplètement soluble dans l'alcool, les symbiotes présentent les caractères des Bactéries. Les différences physiologiques mises en évidence par l'auteur constituent un caractère de plus pour le classement des Insectes, malgré qu'il n'ait qu'une valeur relative.

PHYSIOLOGIE CELLULAIRE. — *P. Gavaudan* (prés. par M. Dangeard). — **Sur une certaine corrélation entre la réversibilité des phénomènes d'instabilité cytoplasmique et la disparition spontanée des colorations vitales du vacuome dans l'*Ascoïdea rubescens*.**

Sous l'influence de divers colorants, comme le bleu de Crésyl, il y a contraction du système vacuolaire et, dans les vacuoles, émission de sphères de cytoplasme. Après un certain temps, les vacuoles se décolorent et la cellule reprend son aspect normal. Ces faits peuvent s'expliquer par une réduction ou par une assimilation des colorants vitaux, ou par un mécanisme d'excrétion.

PHYSIOLOGIE. — *R. Lecoq* (prés. par M. Desgrez). — **Rôle de l'avitaminose B totale et de l'équilibre alimentaire dans l'utilisation du lactose par l'organisme du Rat.**

L'utilisation du lactose apparaît, chez le Rat aussi bien que chez le Pigeon, comme placée sous la dépendance stricte de certains équilibres alimentaires. La rapidité d'évolution de l'avitaminose B chez le Rat ne se montre pas en relation directe avec la proportion de lactose entrant dans le régime, mais plutôt en rapport avec les conditions d'équilibre réalisées entre les constituants de la ration. Même en l'absence de vitamines B, sous la seule condition d'un équilibre particulier, l'utilisation du lactose par l'organisme du Rat peut être suffisante pour assurer une longue survie des animaux. En présence d'une large proportion de vitamines B, les meilleures croissances des Rats correspondent, du moins dans les conditions des expériences faites, aux régimes les moins riches en lactose.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *R.-M. May* (prés. par M. Roux). — **Modifications observées dans la moelle épinière dans des cas de greffe en surnombre, ou d'ablation d'une ébauche de patte postérieure chez l'embryon de l'Anoure.**

L'innervation de la patte postérieure joue un rôle dans le développement des neuroblastes moteurs du névraxe, aussi bien que dans celui des neuroblastes sensitifs. Quand il y a surcharge périphérique, par innervation d'une patte surajoutée ou d'une patte dédoublée, il y a hyperplasie motrice et augmentation de taille de la mœlle du côté effecté. Lorsqu'il y a diminution de l'innervation, par absence totale ou forte diminution d'un plexus, il y a, du côté correspondant de la mœlle, hypoplasie motrice, absence de corne motrice, réduction de taille. L'ensemble des expériences dans ce domaine conduit à énoncer deux lois : 1°) Il n'y a pas de développement normal médullaire, sensitif ou moteur, sans l'action exercée par les stimulations des organes périphériques ; 2°) Dans le développement, l'égalité bilatérale des neurones sensitifs et moteurs dépend étroitement de l'égalité bilatérale de l'innervation des organes périphériques.

— *M. Lecamp* (prés. par M. Caullery). — **Induction de membres et territoire de régénération chez le Crapaud accoucheur (*Alytes obstetricans* Laur.).**

Lorsqu'on transplante des ébauches de membres chez les Batraciens, il y a très souvent phénomènes de dédoublement, avec formation d'un second membre. Le second est généralement symétrique du premier. Lorsque la symétrie manque, le membre supplémentaire procède d'une prolification du territoire d'implantation : il y a eu phénomène d'induction par excitation due au greffon primaire. Les expériences de l'auteur montrent la réalité de ce phénomène d'induction.

EMBRYOGÉNIE. — *P. Wintrebert* (prés. par M. Caullery). — **Sur l'existence, dans la blastule des Amphibiens, d'un centre d'induction mitogénétique, ordonnateur du développement.**

Le centre initiateur d'activation mitogénétique formé chez le Discoglosse manifeste un pouvoir d'induction qui stimule l'activité des macromères sousjacents placés à son contact. Ce pouvoir inducteur se propage ensuite et il apparaît une vague d'activation induite qui développe, à l'intérieur des cellules activées, une onde d'incitation inductrice. L'évolution du champ d'induction peut être suivie chez des œufs peu pigmentés. Son expansion est marquée par la formation de pigment dans les petites cellules inductrices ; il prend l'aspect l'un *voile gris* au dessous duquel se trouve la zone d'activation. Le champ d'induction mitogénétique ne doit plus être confondu avec le croissant gris, dont il diffère par plusieurs caractères. L'impulsion inductrice est sans effet sur les micromères. Sa propagation aux seuls macromères suggère l'idée de la présence en eux d'une *substance réceptrice*, sensible à cette impulsion, qui, par ses transformations, les active et suscite en eux l'achèvement du pouvoir inducteur.

TÉRATOGENIE. — *E. Wolff* (prés. par M. Caullery). — **Nouvelle méthode tératogène directe permettant d'obtenir des monstres à l'aide de lésions électrolytiques.**

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L. Lematte* et *E. Kahane* (prés. par M. Desgrez). — **La silice dans l'organisme et les particules siliceuses du sang.**

La méthode de dosage utilisée est extrêmement précise. Le poumon fournit, après destruction, une silice soluble ou solubilisable que les auteurs appellent « silice de constitution », à côté de silice en particules pratiquement inattaquables correspondant aux poussières respiratoires. Le sang fournit une très petite proportion de silice de constitution (0 mgr. 1 pour 100 gr.), à côté de particules analogues à celles qui ont été étudiées dans le poumon par Policard. Il est donc vraisemblable qu'une partie, au moins, de la silice circulante est d'origine respiratoire et qu'elle est constituée par des poussières peu attaquables.

PROTOZOOLOGIE. — *G. Delamare* (prés. par M. Vincent). — **Les génératrices de l'hélice primaire du corps des Spirochètes polyspirés.**

D'après l'étude des hélices considérées, tout semble se passer comme si les hélices, au lieu de s'enrouler toujours sur un cylindre unique, régulier et généralement incurvé, s'enroulaient aussi souvent autour : d'une série de cylindres jusxtaposés, en dépit de l'irrégularité de leur diamètres et de leurs longueurs — ou de cylindres se terminant en troncs de cônes — ou d'un ou plusieurs cônes entiers ou tronqués, droits ou obliques, égaux ou inégaux.

M. MASCRÉ.

Séance du 20 février.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *R. Aronszajn* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la décomposition des fonctions uniformes.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *E. Kogbetliantz* (prés. par M. E. Borel). — **Sur la série de Laguerre.**

GÉOMÉTRIE. — *P. Deleris* et *J. Devisme* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur certaines formes différentielles et les métriques associées.**

MÉCANIQUE QUANTIQUE. — *J.-L. Destouches* (prés. par M. M. de Broglie). — **Superquantification et mécaniques dans des espaces abstraits.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *L. Santon* (prés. par M. H. Villat). — **Quelques résultats obtenus avec une soufflerie supersonique.**

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *P. Le Rolland* et *P. Sorin* (prés. par M. Léon Guillet). — **Sur une nouvelle méthode de détermination des modules d'élasticité.**

HYDRODYNAMIQUE. — *J. Leray* (prés. par M. Henry Villat). — **Sur le mouvement d'un liquide visqueux emplissant l'espace.**

GÉODÉSIE. — *F. Holweck* et *P. Lejay* (prés. par M. Perrier). — **Contribution à la compensation du réseau gravimétrique européen.**

RELATIVITÉ. — *J. Delsarte* (prés. par M. H. Villat). — **Sur les ds^2 binaires et le problème d'Einstein.**

ÉLECTROCHIMIE. — *Mlle Quintin* (prés. par M. Jean Perrin). — **Etude des coefficients de température de la chaîne: cuivre, sulfate de cuivre, sulfate mercureux, mercure.**

MAGNÉTOCHIMIE. — *J.-E. Garsscn.* — **Susceptibilité de quelques mélanges de corps à grand moment électrique.**

La susceptibilité magnétique des mélanges acétone — nitrobenzène et acétone, — paranitraniline n'est pas fonction linéaire de la concentration. Dans le cas du système acétone-nitrobenzène, l'écart de la loi d'additivité atteint un maximum d'environ 12 o/o pour la composition et 50 o/o en molécules. On obtient déjà un écart de 11 o/o pour le mélange acétone paranitraniline. Peut-être se forme-t-il une combinaison chimique, peut-être seulement une association entre les deux corps.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *P. Auger* et *G. Monod Herzen* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'émission de neutrons par l'aluminium sous l'action des particules α.**

L'émission des neutrons par l'aluminium est beaucoup plus rare que celle du glucinium dans les mêmes conditions, mais elle a les mêmes caractères, et en particulier, les groupes de trajectoires longues et courtes, produites dans l'hydrogène, se retrouvent.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Muraour* et *G. Aunis* (prés. par M. G. Urbain). — **Lois de combustion des poudres colloïdales à la nitrocellulose.**

Une poudre de composition, de forme géométrique et d'épaisseur données, tirée à une température et à un taux d'humidité également donnés, à chaque valeur de la durée totale de combustion correspondra une valeur bien définie de $\int p\,dt$ ($\int p\,dt$ étant une fonction linéaire décroissante de t) et ceci quelque soit le procédé employé pour faire varier la durée totale de combustion.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Ligor Bey*, *Rezat Bey* et *G. Valensi* (prés. par M. G. Bertrand). — **Sur la titrimétrie des sucres.**

— *A. Travers* et *Lu* (prés. par M. Matignon). — **Dosage volumétrique du plomb.**

Le principe de la méthode repose sur le traitement d'une solution neutre d'un sel de plomb par un excès d'eau de Javel; on précipite quantitativement PbO^2 qu'on peut ensuite doser iodométriquement.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *P. Lévy* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les indices d'halogène des huiles d'Aleurites dites de bois de Chine.**

La mesure de l'absorption du brome permet, à l'encontre des méthodes actuellement utilisées, de déterminer l'indice d'halogène vrai des huiles d'aleurites. Cette mesure présente, non seulement un intérêt pratique, mais aussi une utilité pratique, car elle permet de fixer une constante chimique complétant la mesure de l'indice de réfraction.

— *C. Matignon* et *M. Séon.* — **Action de la vapeur d'eau sur les huiles lourdes pétrolifères et sur certains carbures cycliques.**

Les recherches exposées dans cette Note et les résultats obtenus permettent d'envisager l'obtention économique de l'hydrogène.

CRISTALLOGRAPHIE. — *L. Royer* (transm. par M. P. Weiss). — **De la différence qui existe entre un mica et une argile quant à l'orientation possible de cristaux se déposant sur eux.**

Tous les cristaux orientés par un mica le sont également par les micas durs et les chlorites, mais ne le sont nullement par le talc, le kaolin et la pyrophyllite. Il semble hors de doute que dans l'orientation mutuelle de cristaux d'espèces différentes, la polarité des particules dans les deux substances est de première importance au même titre que la répartition géométrique des nœuds dans les plans d'accolement.

— *P. Gaubert.* — **Sur les propriétés des cristaux de phlorizoside (phlorizine).**

GÉOGRAPHIE HUMAINE PRÉHISTORIQUE. — *Mlle Colani.* — **Buttes artificielles en valves de Lamellibranches (Annam septentrional).**

L'auteur rend compte des recherches qu'elle a effectuées dans les dépôts situés dans les provinces de Nghé-an et Hà-tinh. Dans tous les dépôts et à tous les niveaux l'auteur a rencontré des traces de la présence de l'homme, notamment du charbon et des fragments de céramique. M. Fajot avait, en outre, trouvé antérieurement, dans les dépôts de Cau-Giat, avec un matériel préhistorique, des squelettes humains.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *P. Fallot* (prés. par M. Jacob). — **Sur les racines du témoin du massif de Xauer (Rif espagnol).**

PALÉONTOLOGIE. — *L. Joleaud* et *J. Lombard.* — **Mammifères quaternaires d'Ounianga Kebir (Tibesti sud oriental).**

Les restes examinés appartiennent à *Hippopotamus amphibius* L., *Elephas sp.*, *Sus scrofa* L.

BIOLOGIE AGRICOLE. — *M. Chopin* (prés. par M. Blaringhem). — **Influence du milieu sur la valeur boulangère des blés.**

L'essai des blés à l'extensimètre permet d'en déterminer l'indice de gonflement et le travail de déformation, caractéristiques qui varient, pour une même sorte, avec

le lieu de la récolte. Si on cultive en deux milieux différents plusieurs sortes de Blés, et si on établit le rapport des indices de gonflement correspondant, pour chacune d'elles, aux deux milieux, on constate que le rapport des indices est de même ordre pour toutes les sortes. Ainsi, les modifications apportées dans la composition des protéines par le milieu de développement s'effectuent en général de la même manière pour toutes les variétés.

PHYSIOLOGIE. — *E.-F. Terroine, P. Mezincesco* et *Mlle S. Vala* (prés. par M d'Arsonval). — **La couverture des dépenses azotée et sulfurée par la cystine au niveau du métabolisme protéique endogène.**

Des porcs sont amenés au niveau minimum de leur dépense azotée endogène. On ajoute, à la ration, de la cystine. Cette addition permet une économie partielle de la dépense azotée, quoique le bilan reste négatif. Mais le bilan du soufre devient fortement positif. Il n'y a donc pas parallélisme nécessaire des métabolismes de l'azote et du soufre. Ces faits appuient, d'autre part, la doctrine d'après laquelle le besoin protéïque de l'organisme doit être subdivisé en fractions multiples et, dans une large mesure, indépendantes.

— *O. V. Amann* et *Mlle G. Mourot* (prés par M. d'Arsonval). — **L'excrétion comparée du soufre neutre dans les métabolismes azotés endogène et exogène et sa signification.**

L'excrétion du soufre neutre est-elle liée uniquement aux processus de dégradation des tissus ? Des porcs ont été amenés au niveau minimum du métabolisme azoté par un régime ne refermant pas de matières protéiques. Puis, on substitue, à l'amidon, de la farine de Pois. L'animal retient une partie de l'azote, tout en rejetant une quantité de plus en plus grande. L'excrétion du soufre neutre s'élève parallèlement. On ne peut maintenir sur la base de l'excrétion du soufre neutre la conception d'une différence essentielle entre le métabolisme endogène et le métabolisme exogène. La formation de soufre neutre est, toutefois, beaucoup plus faible dans le méabolisme exogène que dans le métabolisme endogène.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Mme A. Dognon* (prés. par M. Joubin). — **Le glucose et la mue des Crustacés.**

Le taux du glucose s'élève dans le sang au moment de la mue et s'abaisse quand la mue est effectuée. La quantité de glucose est très nettement supérieure à celle des adultes. Quel que soit l'état de développement de l'animal, jeune, immature ou adulte, et quel que soit le sexe, la quantité de glucose total contenu dans un animal entier, est constante.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *J. Laigret* (prés. par M. Mesnil). — **Sensibilité de certaines Souris sauvages au virus de la fièvre jaune.**

Musmusculus musculus (var. blanche et grise), *M. m. gentilis* sont sensibles à l'inoculation intracérébrale du virus amaril, et insensibles à l'inoculation intrapéritonéale. *Mus musculus azoricus* est sensible à l'inoculation intrapéritonéale qui provoque la paralysie et la mort. Les viscères et le cerveau sont virulents. C'est, en dehors des Macaques, le seul animal dont la sensibilité à l'inoculation intrapéritonéale du virus de la fièvre jaune soit connue.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Emile Borel a été élu Vice-Président pour l'année 1933 en remplacement de M. Mesnager, décédé.

— M. Jules Andrade, Correspondant pour la section de Mécanique est décédé le 25 février 1933 à Brighton, près Cayeux-sur-Mer. Il avait été élu le 2 novembre 1921.

M. Andrade était né à Paris, le 4 septembre 1857. Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, il avait débuté comme officier d'artillerie et était devenu Professeur aux Facultés des Sciences de Rennes, de Montpellier, puis de Besançon où il avait été amené à s'occuper de Chronométrie, à créer un enseignement de cette science et à fonder une Ecole théorique et pratique de réglage.

— M. Lacroix a été désigné pour représenter l'Académie à la célébration du cinq-centième anniversaire de la fondation de l'Université de Poitiers, le 1er juin 1933.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — Le conseil de l'Université a conféré le titre de Docteur *honoris causa* à :

M. Cushing, Membre de l'Académie nationale des Sciences de Washington, ancien Professeur de neuro-chirurgie ;

M. le Dr Wolhard, Professeur à l'Université de Francfort et spécialiste du rein ;

M. Levi Civita, Professeur à l'Université de Rome, mathématicien éminent ;

M. Vivante, Professeur honoraire de droit commercial à l'Université de Rome et Président de la Commission pour la réforme du Code de Commerce ;

M. Puij I Cadafalch, de Barcelone, historien de l'art et Président de l'Institut d'Etudes catalanes

— *Faculté des Sciences.* — M. Ragnar Frisch, Professeur à l'Université d'Oslo (Norvège) a fait huit leçons les 24, 25, 27 et 30 mars, 1er, 3, 4 et 5 avril, à l'Institut Poincaré sur les « *Problèmes et Méthodes de l'Econométrie* ».

— *Soutenance de thèse.* — 7 mars. — M. Bastien : « *Etude des alliages magnésium-aluminium-cuivre, riches en magnésium.* » (Doctorat d'Université).

15 mars. — M. Bellet : « *Action du cyanogène et des chlorures de cyanogène sur les combinaisons organo-magnésiennes mixtes.* » (Doctorat d'Etat).

30 mars. — M. Dumont : « *Etude chronaximétrique sur le larynx.* » (Doctorat d'Etat).

M. Alexin : « *Recherches chronaximétriques sur la diffusion de l'excitation au cours de l'effort physique.* » (Doctorat d'Université).

M. Van Bogaert : « *Nouvelle méthode pour la détermination des chronaxies myocardique et hysienne.* » (Doctorat d'Université).

Institut national agronomique. — Les épreuves écrites du concours d'admission à l'Institut national agronomique auront lieu les lundi 22, mardi 23 et mercredi 24 mai 1933. Elles seront subies au choix des candidats, soit à Paris (Palais de la Mutualité, 24, rue Saint-Victor, angle de la rue Monge, 5e), soit en province dans les hôtels des préfectures de : Alger, Bordeaux, Lille, Lyon, Marseille, Montpellier, Nancy, Nantes, Rennes et Toulouse. Les centres, à l'exception de celui d'Alger, qui ne réuniraient pas au moins cinq candidats, seraient supprimés

d'office et les candidats composeraient dans les centres les plus rapprochés de leur domicile.

Le registre d'inscription est ouvert dès à présent et sera clos le 1er mai 1933, dernier délai.

Les demandes des candidats, accompagnées du dossier réglementaire, devront être adressées au directeur de l'Institut national agronomique, 16, rue Claude-Bernard, Paris (5e).

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Traité de Chimie minérale, publié sous la direction de Paul Pascal, Correspondant de l'Institut, Professeur à la Sorbonne et à l'Ecole des Arts et Manufactures, et Paul Baud, Secrétaire Général, Chargé d'Enseignement à la Sorbonne. In-8°, tomes IV, V, VII, IX et XI. Masson et Cie, éditeurs, Paris.

Nous avons signalé antérieurement l'apparition des tomes I, II et III de ce magistral ouvrage que publient **MM.** Pascal et Baud, nous avons donné les caractéristiques de ce qu'il sera dans son ensemble, lorsqu'il sera terminé. Nous rappelons seulement qu'il est destiné à remplacer le classique *Traité* publié par Moissan il y a près de 50 ans. Aujourd'hui, épuisé, il était nécessaire de publier un ouvrage complètement nouveau, en raison des progrès ocnsidérables réalisés, surtout depis vingt-cinq ans dans les divers domaines de la chimie minérale. La lourde tâche de publier les douze volumes de ce nouveau *Traité de Chimie minérale* a été assumée par le Professeur Paul Pascal, de l'Institut, qui s'est adjoint, M. Paul Baud, comme secrétaire général.

Tome IV, 630 pages, avec 55 figures (120 francs). — *Antimoine, Bismuth, Vanadium, Niobium, Tantale, Bore.* L'étude sur l'Antimoine est de M. Paul Renaud; le Professeur Picon a traité le Bismuth; M. André Lalande, le Vanadium; M. G. Champetier, le Niobium et le Tantale; le Professeur Chrétien : le Bore.

Tome V, 872 pages, avec 86 figures (165 francs). — *Carbone*, par le Professeur Picon et Mailhe; *Silicium*, par Samsoen; *Titane*, par Billy; *Germanium*, par J. Bardet et A. Tchakirian; *Zirconium, Celtium*, par H. Pied et P. Camescasse; *Ammonium*, par Paul Pascal.

Tome VII, 644 pages, avec 100 figures (120 francs). — *Glucinium*, par Germaine Marchal; *Magnésium*, par Clément Duval; *Zinc*, par Paul Renaud; *Cadmium*, par D. Tombeck; *Aluminium*, par Suzanne Veil; *Gallium* et *Indium*, par J. Barder et A. Tchakirian; *Elaboration des Métaux légers*, par Paul Baud; *Liants hydrauliques*, par E. Rangade; *Le Verre et son Industrie*, par Samsoen.

Tome IX, 912 pages avec 167 figures (170 francs). — *Etain*, par A. Bruiltet; *Plomb*, par A. Colani; *Thallium*, par Clément Duval; *Manganèse*, par Max Geloso; *Rhénium*, par Paul Pascal; *Fer*, par Georges Chaudron.

Tome XI, 836 pages, avec 47 figures (155 francs). — *Molybdène* et *Tungstène*, par A. Travers; *Acides complexes dérivés du Molybdène et du Tungstène*, par L. Malaprade; *Uranium*, par R. Flatt; *Thorium*, par C. Boulanger; Généralités sur la famille du Platine, par Clément Duval; *Osmium, Rhuténium*, par R. Charonnat; *Iridium*, par Marcel Delépine; *Rhodium*, par P. Poulenc; *Platine* et *Palladium*, par Clément Duval.

L. Franchet.

Le Maroc maritime, par J. Rouch. In-8° de 80 pages. Edité par la Revue de la Société de Géographie Marocaine, Casablanca. — Prix : 12 fr.

La *Revue de la Société de Géographie Marocaine* a réuni en volume une suite d'articles publiés par notre collaborateur, le capitaine de frégate Rouch, sur le Maroc Maritime. Quelques-uns de ces articles ont été publiés par la « Revue », et nos lecteurs leur ont fait déjà le plus favorable accueil. Beaucoup, sans doute, désireront se procurer l'ensemble de ce travail sur le Maroc maritime français et sur le Maroc espagnol. M. Delau a publié, dans le « Petit Marocain », de Casablanca, une longue analyse dont nous extrayons les passages suivants : « La « Revue de Géographie Marocaine » consacre tout son fascicule de décembre 1932, qui prend ainsi les proportions d'un volume, à une étude du commandant Rouch sur le Maroc maritime. Pendant son trop court passage au commandement de la Marine au Maroc, le commandant Rouch a étudié, avec un zèle peu commun et une rare compétence, le domaine maritime du Maroc, ce domaine qui, sans doute, avait été exploré avant lui, mais qui n'avait donné lieu à aucune étude d'ensemble résumant les conditions géographiques des côtes de l'Empire chérifien. C'est ce travail, nous dit dans sa préface M. Rouch, qu'il a essayé de rédiger, d'après une documentation éparse ou de nombreux services et aussi d'après ses propres observations.

« Cette étude, aussi complète que le permettait le cadre très vaste dans lequel elle se développe, pourra toujours et devra être consultée par tous ceux qui veulent traiter de la vie maritime du Maroc. Elle s'appuie sur une connaissance très exacte du pays, de son histoire, de son évolution et elle marque avec précision la place que le Maroc tient aujourd'hui dans les choses de la mer...

« Chacun des ports du Maroc est étudié dans ses origines, dans son évolution et dans ses possibilités actuelles. Aussi l'intérêt de cette étude est-il véritablement captivant. D'autant plus que le commandant Rouch est d'une sincérité parfaite, toujours souriante mais très ferme. Il donne à chaque port son importance exacte, reconnaissant surtout les efforts parfois considérables qui ont été accomplis et qui n'ont pas toujours obtenu les résultats mérités...

« L'étude publiée par la « Revue de Géographie Marocaine » s'impose par sa méthode et par sa richesse à tous ceux qui veulent connaître le Maroc tel qu'il est et qui rêvent de le voir tel qu'il doit être. »

S. B.

Traité général de photographie en noir et en couleurs, par Ernest Coustet. Nouvelle édition, par Rémi Ceillier. In-16 de 600 pages et 132 figures. Delagrave, éditeur. — Prix : 26 francs.

La première édition du Traité de Photographie de Coustet, dont il a été tiré plus de 20.000 exemplaires, était épuisée. Elle vient d'être refondue, complétée et mise à jour par M. R. Ceillier, docteur es sciences. Les amateurs de photographie trouveront d'abord dans cette nouvelle édition un exposé concis, mais complet, de tout ce qu'il est nécessaire de savoir pour réussir une photographie. Ils y trouveront aussi avec plaisir en quelques chapitres les principes des grandes applications de la photographie, photographie documentaire et topographique ; agrandissements et projections ; microphotographie ; photographie astronomique ; radiographie.

J. B.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 8 — 71e ANNÉE — 22 AVRIL 1933

LES SCIENCES D'OBSERVATION A TRAVERS LES AGES

par Jean BOCCARDI
Correspondant du Bureau des Longitudes

INTRODUCTION.

I

On a dit et redit souvent que l'histoire de l'humanité se répète et qu'il n'y a rien de tout-à fait nouveau sous le soleil ; mais, si je ne me trompe, cela doit s'entendre plutôt dans le sens que les actions des individus et même les vicissitudes des peuples se répètent à travers les âges sans présenter aucun caractère de nouveauté. L'homme, la nature humaine, avec ses bonnes qualités et ses défauts, n'a pas changé en traversant les âges et, dans ses manifestations, elle ne fait que se répéter.

Mais, lorsqu'on envisage le mouvement général de l'humanité à travers les siècles, le principe susdit ne trouve pas son application. Pour ne citer qu'un exemple, nous avons bien le droit de proclamer le triomphe de la science moderne qui, depuis deux siècles, a pris un essor dont on ne retrouve aucune trace dans l'histoire. En remontant le cours des âges, chez tous les peuples, on ne rencontre rien qui ressemble au développement qu'ont pris, pendant les deux derniers siècles les sciences d'observation et de mesure, la technique et les applications de la science à l'industrie et à toutes les commodités de la vie moderne. C'est comme une floraison abondante ou comme une marche triomphale de l'intelligence humaine, dont les progrès et les inventions se succèdent avec une rapidité vertigineuse.

Toutes les nations civilisées ont apporté leur contribution, plus ou moins abondante, à ce progrès, dont la société moderne est fière à bon droit. Les modernes laissent de côté les mélancolies, les utopies, les rêves de quelques écrivains qui se sont plus à proclamer la primauté de tel peuple ou de tel autre sur tous les autres. Si un peuple peut vanter ses gloires dans la poésie et dans les arts, ou bien dans la philosophie et la science du droit, d'autres peuples, peut-être plus pratiques, peuvent étaler avec raison la contribution très abondante qu'ils ont donnée aux sciences naturelles, à la physique et à la chimie ou bien encore aux mathématiques, à l'astronomie, à la technologie, etc. C'est une question de mentalité, mais la primauté en toutes choses, est une absurdité.

Si, pour quelques-uns, la grandeur d'un peuple se mesure par le développement qu'a eu chez lui l'étude de la philosophie, pour d'autres (parmi lesquels il faut compter Napoléon), le degré de civilisation d'un peuple doit se mesurer au développement qu'a pris chez lui l'étude des mathématiques. D'après ce principe, le degré de la civilisation romaine serait bien bas !

Laissant de côté les mesquines rivalités qui ne peuvent que creuser des abîmes entre les peu-

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

ples, alors que la science devrait les rapprocher et presque les fondre, je me propose de comparer, dans cet article, la science des Anciens à celle des Modernes, en montrant leurs caractères communs et aussi leurs différences. C'est un regard d'ensemble que nous allons jeter sur la science à travers les âges.

II

Caractères communs

Le grand orateur romain (1), avait écrit que l'on naît poète, tandis qu'on devient orateur. Je laisse à l'auteur toute la responsabilité de cette affirmation, mais je crois pouvoir affirmer que l'on naît aussi savant, homme de science. Ce n'est pas dans les écoles que l'on acquiert le désir impatient, j'allais dire la fièvre, la sainte folie de la recherche de la vérité avant tout et par-dessus tout. Ceux qui ne possèdent pas dans leur âme ce feu sacré passent à travers le monde de la nature en lui jetant un regard distrait et superficiel ; les savants de race s'arrêtent aux moindres détails et cherchent la raison de toutes choses. Ils passent le jour et la nuit à poursuivre l'idée qui les occupe, qui les préoccupe, qui ne leur laisse pas de trêve. C'est le *delenda Cartago* des hommes de science. C'est pour eux comme un cauchemar, aussi ne mesurent-ils pas leurs efforts, leur fatigue, leur immolation parfois.

Que ce soient des habitants du Céleste Empire ou des Egyptiens observant le ciel du haut de leurs tours, ou bien des Grecs introduisant leur géométrie dans leurs systèmes astronomiques et dans leurs sphères, on retrouve en tous les mêmes qualités naturelles, le même esprit, j'allais dire le même instinct de la recherche scientifique que chez Galilée, Kepler, Newton, Lagrange, Laplace et Gauss.

Sous ce rapport, pas de différence entre les savants d'il y a 3.000 ans et ceux de nos jours. Je pense que ce ne serait pas une boutade de dire que si Aristarque, Hipparque, Ptolémée, Archimède et les astronomes arabes ou tartares du moyen âge pouvaient revenir dans ce monde, ils n'auraient qu'à se familiariser avec les instruments et quelques-unes des méthodes récentes pour pouvoir prendre leur place à côté, peut-être même bien en avant, des astronomes les plus célèbres de nos jours.

En effet, si tout le patrimoine scientifique qui s'est accumulé avec les siècles, aussi bien que notre technique, manquaient aux grands savants de l'Antiquité, ils possédaient autant que nous — peut-être plus que nous — l'âme scientifique.

(1) Cicéron.

Voilà donc le premier caractère commun entre les Anciens et les Modernes. La mentalité scientifique est à peu près identique chez les uns et chez les autres. On remarquera que je m'arrête de préférence aux astronomes et aux géodésiens, mais cela tient à ce que, dans l'Antiquité, il n'y avait pas de spécialisation dans les sciences, et que la science du cosmos absorbait à peu près toutes les autres.

III

S'il est touchant de voir, par exemple, le grand Hipparque passer ses nuits à mesurer les distances des étoiles entre elles et à déterminer leur position sur la voûte céleste et leur grandeur apparente, sans rien percevoir pour ce travail, mais pour le seul plaisir de chercher la vérité, il n'est pas moins étonnant de constater que, dans la plupart des cas, les méthodes que nous employons aujourd'hui avaient été aussi employées — quoique d'une manière grossière — par les astronomes de l'Antiquité, ce qui confirme que la mentalité scientifique ne change que dans les détails, mais elle est toujours et partout la même. Les idées, les principes sur lesquels reposent nos méthodes, par exemple, pour déterminer ce que nous appelons *les constantes astronomiques*, ou bien pour mesurer les dimensions de notre globe, se sont présentés comme naturellement à l'esprit des Anciens.

Sans doute, la perfection de nos moyens instrumentaux nous permet d'atteindre une précision énormément plus grande, on pourrait même choisir pour une conférence ou pour un article le sujet suivant : *A la conquête du dixième*. Ce serait fort intéressant de s'arrêter aux différentes étapes — que l'on pourrait évaluer, ou fixer, par des dixièmes successifs — qu'ont traversées les valeurs numériques adoptées pour la distance du Soleil à la Terre, pour les dimensions de notre globe, pour la durée de l'année, pour la valeur de l'obliquité de l'écliptique, pour la précession, etc.

Si les anciens catalogues d'étoiles donnaient la position de ces astres avec une précision qui ne dépassait guère le demi-degré, nos catalogues de fondamentales atteignent la précision de deux ou trois millièmes de seconde de temps pour l'ascension droite, et de 3 ou 4 centièmes de secondes d'arc pour la déclinaison. Quant à la parallaxe solaire, si les Anciens la connaissaient à 2' ou 3' près, nous espérons pouvoir bientôt la connaître au millième de seconde près. C'est une marche triomphale à la conquête du dixième !

Toutefois, pour ce qui est des méthodes théoriques, des principes sur lesquels reposaient les déterminations et les mesures des Anciens, le fond reste le même.

Sans doute, les progrès merveilleux qu'on a réalisés dans la physique et la technique, nous permettent d'aborder des problèmes que les Anciens auraient cru téméraire de se proposer, tels que celui de connaître la constitution et même les dimensions de l'Univers. Ces perfectionnements ont fait créer de nouvelles méthodes, par exemple, celle de la spectroscopie, pour connaître la constitution et la composition chimique des atmosphères des astres incandescents, la méthode des interférences pour mesurer le diamètre apparent des étoiles, la méthode photographique pour une foule de recherches, telles que la détermination des parallaxes des étoiles et de leurs mouvements propres ; mais, quant aux méthodes géométriques, les Anciens les avaient inventées et appliquées bien avant nous. La science moderne les a perfectionnées, ce qui a permis d'atteindre une précision tout à fait imprévue par les astronomes de l'Antiquité ; mais il ne faut pas oublier le proverbe : *Facile est inventis addere.*

Nous sommes fiers des catalogues visuels des étoiles, qui donnent les coordonnées équatoriales de 300 mille de ces astres et du catalogue photographique qui embrasse à peu près deux millions d'étoiles, mais il ne faut pas oublier que nous faisons aujourd'hui, sur une échelle beaucoup plus grande, un travail dont Hipparque avait eu la première idée, et qu'il avait exécuté avec une audace et une constance, que Pline le vieux, admirait et célébrait comme un prodige. Fixer les positions en coordonnées écliptiques de pas moins de 1.080 étoiles, dans le but non seulement de rendre service aux géographes et aux navigateurs de cette époque, mais aussi de permettre aux astronomes de l'avenir de mieux déterminer le phénomène de la précession (découverte par Hipparque lui-même) et les valeurs de ses constantes, aussi bien que de constater tout changement qui serait survenu dans la voûte étoilée, était comme un tour de force il y a 2.000 ans.

Il est donc acquis que, comme puissance de génie, l'Antiquité n'est pas au-dessous de notre époque ; bien au contraire, elle la dépasse !

IV

Premier caractère d'infériorité pour la science des Anciens : Ils ne répétaient pas leurs observations.

Après avoir rendu hommage à ce que les Anciens ont produit et nous ont transmis dans le domaine de la science, nous devons reconnaître des caractères d'infériorité que présentait leur manière de travailler, vis-à-vis de la nôtre. Devant le spectacle de la Nature, dans le champ immense de la recherche scientifique, ils étaient comme de jeunes travailleurs, comme des apprentis. Ce n'était pas le génie ni l'énergie qui leur faisaient défaut, mais il leur manquait l'expérience de l'âge mûr.

Après tant de méprises ou de mécomptes, les savants de notre époque sont devenus, je ne dirai pas plus modestes, mais plus prudents, plus avisés et, si l'on veut, plus soupçonneux. Les savants de l'Antiquité, *homines novi*, — faute d'expérience — avaient trop de confiance en eux-mêmes, en leurs méthodes, en les résultats de leurs observations et mesures. C'était le défaut de la jeunesse dans la science.

De nos jours, tous les savants ne se bornent pas à une seule observation d'un phénomène susceptible de répétition ; ils répètent et multiplient leurs mesures, pour ne pas se fier à un seul témoin. *Testis unus, testis nullus.* Une observation isolée n'a que peu de valeur. Ils apprécient l'importance d'un grand nombre de mesures de la même grandeur, pour pouvoir atteindre sa valeur avec plus de précision. Ils savent que l'accord plus ou moins grand entre les résultats individuels de nombreuses mesures, donne une idée bien fondée de la précision qu'on vient d'atteindre.

D'un autre côté, les savants modernes se méfient aussi des erreurs systématiques inhérentes à chaque méthode, aussi emploient-ils plusieurs méthodes pour déterminer, pour mesurer la même chose. L'exemple de la parallaxe solaire — qui nous donne la distance de ce centre de notre système solaire, c'est-à-dire le *mètre céleste* — est frappant. On a employé cinq méthodes différentes, dont les résultats s'accordent assez bien.

Je ne nie pas que, dans quelques cas, les astronomes de l'Antiquité n'aient eu recours à la répétition de quelque mesure, mais c'était là une exception ; tandis que, de nos jours, cette répétition est une règle générale, fondamentale. Elle n'est pas ancienne, la belle *théorie des erreurs*, qui repose en grande partie sur la *théorie des probabilités*. Ce n'est que depuis deux siècles, ou encore moins, que les savants, après avoir fait un grand nombre de mesures de la même grandeur, en viennent à la discussion soignée, parfois profonde de ces mesures, pour déduire de leur ensemble la valeur qui mérite le plus de confiance, pour la grandeur à laquelle elles se rapportent. L'habitude de donner à côté de chaque valeur numérique d'une grandeur, *son erreur moyenne ou probable* n'est devenue générale que depuis 60 ans.

Tout cela échappait aux Anciens. Ils étaient trop jeunes pour la science !

V

Second caractère d'infériorité : l'isolement.

L'isolement, qui représente une condition bien pénible pour notre existence, constitue un

inconvénient bien grave dans la carrière scientifique, mais c'est surtout dans l'étude des sciences cosmiques que les effets de l'isolement sont très déplorables. L'univers est si grand, l'homme, qui prétend l'étudier, voire même le sonder, le scruter dans ses secrets, est si faible, si borné, qu'il a besoin d'employer toutes ses forces, toutes ses ressources pour aborder une tâche si difficile. Par conséquent, l'union des forces individuelles, la collaboration s'impose d'elle-même dans l'astronomie. Ajoutons que, dans une foule de recherches astronomiques ou géodésiques, la simultanéité des observations est tout à fait nécessaire. D'où la nécessité non seulement de la collaboration, mais aussi d'une entente préalable.

Or, cette collaboration de plusieurs savants était très difficile dans l'Antiquité. Les savants naissaient, se formaient et fleurissaient d'eux-mêmes, chacun dans son propre pays. Ils étaient tous des *autodidactes*. Les communications étaient alors très difficiles ; une entente entre plusieurs savants, surtout pour des observations simultanées était impossible. Aussi voyons-nous les astronomes chinois, babyloniens ou égyptiens, travailler à peu près à la même époque, s'occuper des mêmes recherches ; mais chacun devait recommencer le même travail, sans profiter de ce qu'avaient produit les autres, sans pouvoir songer à un échange d'idées, à une collaboration, encore moins à une répartition du travail entre plusieurs savants. C'est à peine si un astronome d'un certain lieu pouvait trouver des traces du travail accompli par ses devanciers, ou si quelque maître heureux pouvait se faire aider par ses élèves. C'est seulement vers 1300 de notre époque que deux ou trois astronomes tartares purent disposer d'un observatoire digne de ce nom et de quelques assistants. Avant eux, les savants arabes avaient collaboré pour le travail du cadastre, qui amena une mesure grossière des dimensions de notre globe supposé sphérique. C'est, peut-être, le premier exemple d'une véritable collaboration scientifique.

Aujourd'hui, la collaboration et la division du travail entre les astronomes de tous les pays est un fait accompli, une règle générale.

Les passages de Vénus devant le Soleil, en 1761, 1769 furent observés par des savants de plusieurs pays. Ce qui fut répété sur une échelle plus vaste en 1874 et 1882.

Vers le milieu du ~~siècle~~ dernier, les astronomes des nations civilisées s'entendirent pour la construction de cartes célestes donnant la position des étoiles dans les régions du ciel où des petites planètes pouvaient être découvertes. Ensuite, on songea à un catalogue d'environ 300.000 étoiles jusqu'à 108° ou 110° de distance du Pôle Nord. C'était la révision et le perfectionnement de la *Bonner Durchmusterung d'Argelander*, complétée par *Schönfeld*. Plus de quarante astronomes y ont travaillé. Tout le monde connaît la grande entreprise de la Carte du ciel et du Catalogue d'étoiles, au moyen de la photographie. Plus de 20 pays y ont collaboré. La France peut être fière d'avoir pris, en 1884, l'initiative d'un travail si colossal, qui transmettra aux astronomes de l'avenir l'état du ciel à notre époque. C'est un immense inventaire céleste.

C'est aussi à la France que revient le mérite principal de la transmission de l'heure plusieurs fois par jour par T. S. F., de même que le grand travail international qu'on a appelé des *Longitudes mondiales*, qui va nous renseigner sur de possibles déformations de notre sphéroïde. Ce travail, qui a déjà donné d'excellents résultats, va être répété incessamment. Et maintenant, qu'on vienne nous parler de la primauté de quelqu'autre pays !

Elle est encore d'hier la seconde campagne internationale (1930-1931) de la petite planète *Eros*, pour la détermination de la parallaxe solaire dans des conditions *astronomiques* très favorables. Malheureusement, les conditions *météorologiques* ont été presque partout défavorables ! La première campagne internationale *d'Eros* (1900-1901) nous avait donné la distance du Soleil avec une erreur probable de 65.000 kilomètres ; mais nous espérons encore que la seconde nous permettra de descendre jusqu'à une erreur probable de seulement 25.000 km.

La collaboration internationale a permis d'utiliser de la meilleure manière les conditions locales des différents pays et, jusqu'à un certain point, les aptitudes personnelles. A côté des théoriciens qui approfondissent les principes ou créent des méthodes, il y a des observateurs très habiles qui se spécialisent dans tel ou tel autre genre d'observations célestes. Enfin, le travail des uns et des autres est rendu utile pour la pratique par des savants qui ont fait de l'exécution des calculs, surtout numériques, leur spécialité. C'est dans les bureaux des calculs que l'on prépare et publie deux ou trois ans à l'avance les grandes Ephémérides qui donnent les positions très exactes du Soleil, de la Lune, des planètes (grosses ou petites), des satellites et des 3.000 *étoiles fondamentales*, qui sont la base de toutes les observations célestes que l'on fait en astronomie et en géodésie. Quand on pense que les astronomes calculateurs doivent aujourd'hui suivre pas moins de 1.200 petites planètes, dont le nombre augmente de 15 ou 20 chaque année, en ayant égard aux perturbations qu'elles subissent par l'attraction de Jupiter et parfois aussi de Saturne et de la Terre, on reste effrayé de la somme de travail que l'on produit dans les bureaux spécialisés pour ces calculs.

VI

Cependant, pour être juste, il faut avouer que si, sous un certain rapport, la collaboration scientifique forme la gloire de notre époque, à un autre point de vue, le manque de toute collaboration, l'isolement des Anciens dans leur travail ajoute à notre admiration pour eux. On peut dire que si la Science a tout à gagner dans l'union des efforts, le savant, considéré comme individu, y perd plutôt dans ses qualités personnelles. La multiplicité et la perfection des moyens (instruments, cartes célestes, catalogues d'étoiles, tables numériques très étendues, etc.), ne concourt pas précisément à la perfection individuelle des chercheurs et des travailleurs.

Ce que nous venons de dire se rapporte aux facultés de l'esprit aussi bien qu'aux aptitudes physiques. Quand on songe que Hévelius, en observant à l'œil nu, donnait les positions des étoiles avec la même précision que Picard, qui se servait des lunettes ; quand on apprend que les astronomes de l'ancienne école fractionnaient le temps à l'oreille jusqu'au vingtième de seconde, on perd un peu de son admiration pour les jeunes astronomes de nos jours, qui ne peuvent se passer du chronographe imprimant.

Comment ne pas admirer le célèbre père Piazzi, qui, après avoir observé 5, 6, 7, 8 fois chacune des 6.748 étoiles dont se compose son catalogue, n'avait pas seulement devant lui le travail ordinaire, de routine, de la réduction des observations, mais devait suppléer au défaut de tables toutes faites, pour la réfraction, pour la précession, pour la nutation et pour l'aberration ? Les astronomes d'il y a 130 ou 140 ans composaient des catalogues de *positions absolues*, en commençant par la détermination des constantes astronomiques.

Ce travail complémentaire va aujourd'hui sur des roulettes, mais, il y a 140 ans, il exigeait beaucoup d'application.

De sorte que, à ce point de vue, ce qui constituait un côté faible pour la science du passé, en devient presque un grand mérite.

Ils me font rire parfois, les profanes, qui, en visitant un Observatoire ou même simplement s'adressant à l'un de nous, astronomes modernes, nous posent des questions sur les sujets les plus variés, les plus disparates. Pour eux, la science n'est qu'un vernis, aussi peuvent-ils s'intéresser à tout, en amateurs, sans creuser bien à fond dans les questions, sans rien produire ni rien ajouter à la science. Mais, pour les astronomes de profession, les choses vont bien autrement ; aussi, devant plusieurs questions qu'on nous pose, nous pouvons répéter le mot de Maître Jacques, dans une comédie : Ceci s'adresse au valet de chambre, cela au cuisinier, au cocher, etc.

C'est par l'esprit moderne de collaboration qu'on a fondé les grandes Unions scientifiques internationales, telles que l'Union géodésique et géophysique ou l'Union astronomique, qui n'embrasse pas moins de 34 Sections, dont chacune s'occupe d'un sujet particulier.

Outre les avantages que tout le monde comprend, ces grandes Associations peuvent obvier à un inconvénient assez grave, auquel sont exposés les travailleurs isolés, je veux dire : les *illusions*, les *aberrations* de l'esprit. Aujourd'hui, il n'arrivera plus qu'un astronome qui ne dispose que d'un équatorial bien modeste (dont il garde la clef dans sa poche) travaillant, pour ainsi dire, en cachette, croit remarquer sur une planète de nombreux alignements de taches qui, d'après lui, forment comme un réseau de *canaux*, par analogie avec les *mers* de la Lune. Il n'arrivera plus qu'un travailleur isolé garde pour lui ce secret pendant longtemps, jusqu'au moment qu'il juge opportun pour lancer la nouvelle découverte, qui met les astronomes en émotion et rend presque fous les amateurs. On ne fera plus tant de tapage pour une découverte qui n'est qu'une illusion.

De même, on ne lancera plus au public la découverte déconcertante que la durée de rotation de quelque planète, qui était donnée jusqu'à la seconde dans les Annuaires était en erreur de 223,5 jours !

VII

Troisième caractère d'infériorité : Le manque de tradition.

Le dernier défaut général de la science des Anciens était inévitable. Après l'isolement dans *l'espace*, nous devons avoir égard à un autre, c'est-à-dire à l'isolement dans *le temps*. Au premier, on aurait pu obvier dans une certaine mesure, par l'échange sans doute très lent des idées et des résultats des observations individuelles.

Si, de nos jours, le Bureau central des Nouvelles astronomiques nous tient rapidement au courant de toute découverte faite dans n'importe quel pays ; si quelques astronomes ont recours au moyen si rapide et si commode de la transmission par T. S. F. (1), les Anciens pouvaient tout de même se transmettre réciproquement des nouvelles.

Mais aux 3.000 ans qui se sont écoulés entre les observations des Chinois et des Babyloniens, d'un côté, et les nôtres, il n'y avait pas moyen de substituer autre chose. Les communications très fréquentes et la collaboration internationale forment un mérite pour les modernes ; mais

(1) L'auteur de cet article emploie souvent la transmission par la station ultra-puissante du Vatican.

l'avantage considérable que leur procurent les matériaux accumulés pendant des centaines et des milliers d'années ne constituent pas un mérite pour les modernes. Il y a là, si je puis m'exprimer ainsi, quelque chose de simplement passif. C'est la force des choses qui entraîne ce grand avantage.

Or, si pour les autres sciences physiques ou naturelles, l'intervalle de temps écoulé entre les expériences et les observations des Anciens et celles des modernes, n'introduit que rarement un avantage appréciable, dans l'astronomie, l'élément ou le facteur *temps* est d'une importance capitale et cette importance va continuellement en augmentant. Les astronomes du XL.e siècle pourront regarder avec compassion notre manque d'expérience.

En effet, dans l'astronomie, on joue pour ainsi dire avec les milliers d'années. La précession des équinoxes découverte il y a environ 2.000 ans, n'a accompli depuis lors que la 13e partie, à peu près de sa période. Et le déplacement du périgée de l'orbite apparente du Soleil, ou de l'orbite réelle de la Terre, entrevu il y a 1.000 ans, en est à peine à la 130e partie de sa période.

On pourrait ajouter d'autres exemples, tels que la variation de l'obliquité de l'écliptique et de l'excentricité de l'orbite terrestre, dont nous ignorons encore les périodes exactes ; l'accélération lunaire, pour laquelle nous en sommes encore au premier terme de la série, sans toutefois être d'accord sur sa valeur exacte, et enfin les variations dans la durée de la rotation terrestre, que l'on entrevoît, sans pouvoir en dire rien de concret !

Ici, encore une fois, nous devons être bien reconnaissants aux Anciens qui, souvent sans s'en douter, travaillaient à élargir les bases de l'astronomie moderne.

Pour finir et pour résumer, on pourrait dire : chantons bien les louanges de la science moderne, proclamons-en aux quatre vents les triomphes, mais inclinons-nous, avec respect, admiration et reconnaissance, devant les trésors que nous ont légués nos grands prédécesseurs !

LA CHIMIE A DEUX DIMENSIONS

par Suzanne VEIL

Docteur ès Sciences

Chef de Travaux à l'Ecole des Hautes-Etudes

L'observation sous trois dimensions à laquelle nous sommes accoutumés, en ce qui concerne les phénomènes chimiques, est susceptible d'une très grande simplification, du fait de sa réalisation dans un plan. Les processus deviennent immédiatement plus tangibles, et en particulier laissent scruter beaucoup plus facilement les circonstances de leur cinétique.

La réduction de trois à deux dimensions est possible dans un grand nombre de cas, avec l'artifice d'opérer, non plus en milieu aqueux, comme il est usuel, mais dans une mince couche de gélatine étalée sur une plaque de verre. Le procédé comporte encore le double avantage, et d'imposer aux phénomènes un ralenti favorable à l'investigation, et de livrer des documents où se trouvent consignés ou tout au moins trahis, nombre d'épisodes expérimentaux.

Nous résumerons ici, dans leurs grandes lignes, les principaux résultats que ce mode d'observation a déjà permis de dégager.

* * *

La méthode s'est tout d'abord brillamment illustrée, à la fin du siècle dernier, avec la découverte, par Liesegang, de la périodicité de la précipitation du bichromate de potassium par le nitrate d'argent.

Tous les chimistes connaissent le précipité rougeâtre de chromate d'argent qui prend naissance quand, dans un tube à essai, on fait agir du nitrate d'argent sur du bichromate de potassium. Cependant, on recueille des données complémentaires si, par exemple, le bichromate de potassium se trouve incorporé dans la gélatine, et que, sur la surface de la gélatine bichromatée, on dépose une goutte de nitrate d'argent.

Dans ces conditions, en effet, la précipitation ne s'effectue plus qu'au ralenti. Les phases en peuvent être aisément notées au microscope, ou encore enregistrées au cinématographe. La

technique cinématographique est précisément celle qu'on adopte couramment dans les laboratoires de biologie, pour certains processus, tels que la croissance des plantes. La présentation se fait en accéléré.

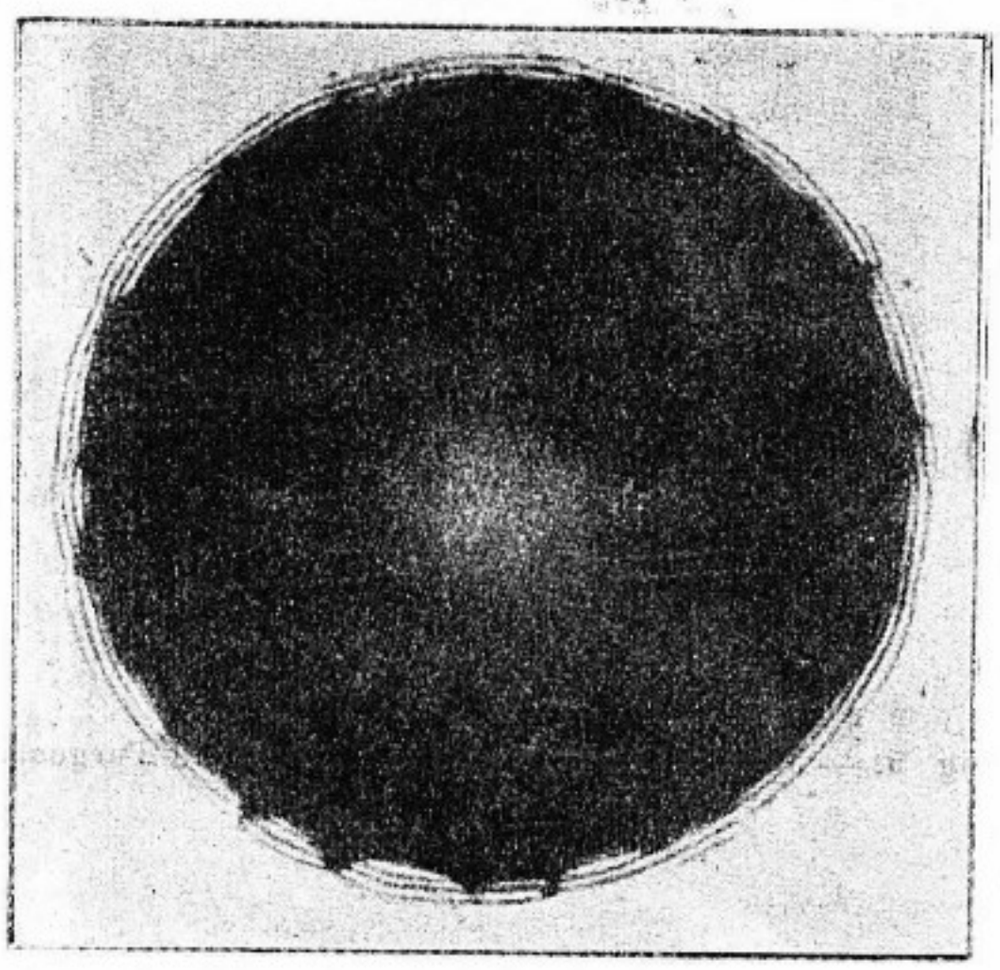


Fig. 1. — Apparition des premiers anneaux dans les évidements de la collerette de chromate d'argent.

Au début, le précipité se forme exclusivement dans la goutte déposée. Il la remplit pour retomber bientôt par décantation, et la préparation impressionne le film à la manière d'un petit cercle opaque. Cependant, au bout de quelques minutes, la goutte, sans s'étaler davantage, se ceint d'une collerette rouge, qui s'élargit progressivement.

Après une dizaine de minutes encore, on constate que la collerette s'évide par endroits. Dans les évidements, de petits tronçons d'anneaux, très fins et très serrés, deviennent visibles (fig. 1). Peu à peu, ces évidements s'élargissent, laissant entre eux des parties pleines en forme de protubérances. Puis, les protubérances, l'une après l'autre, s'effilent pour se résoudre en jonctions d'anneaux, ou anastomoses (fig. 2). A un moment donné, les anastomoses elles-mêmes finissent par s'effacer, et cela d'ailleurs sans que la réaction soit terminée, car d'autres anneaux peuvent s'édifier ultérieurement, sans apport perceptible de matière.

Les processus se ralentissent constamment au cours du temps. La fréquence des prises de vue, nécessaire au début, devient bientôt manifestement trop élevée. La fig. 3 reproduit l'aspect de la préparation au bout de deux heures.

Les anneaux de Liesegang consistent le plus souvent en cercles. Ils se succèdent alors de telle manière que les racines carrées de leurs écarts soient en relation linéaire avec leurs numéros d'ordre. La vitesse de progression de leur domaine, qui décroît constamment, comme nous venons de le dire, varie linéairement avec l'inverse de la racine carrée du temps écoulé.

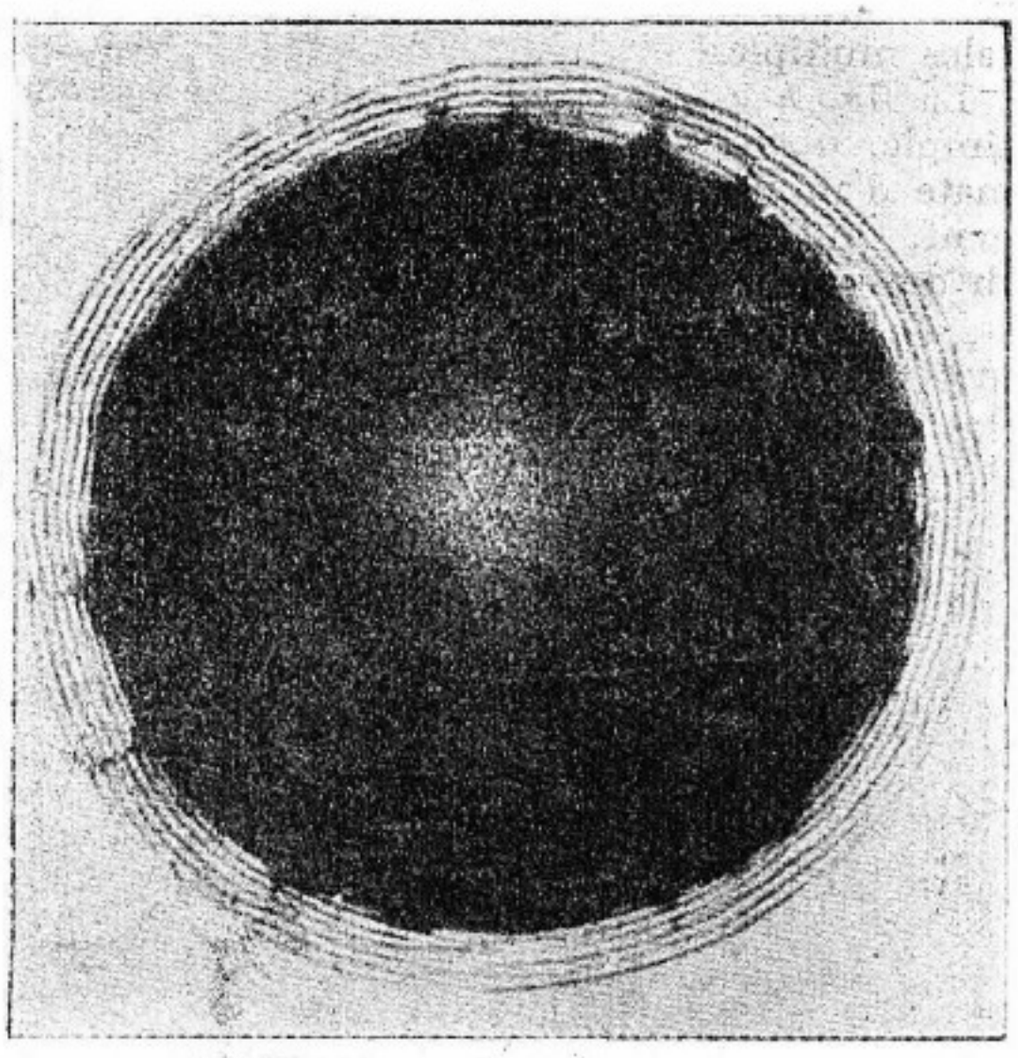


Fig. 2. — Résolution des protubérances en anastosomes.

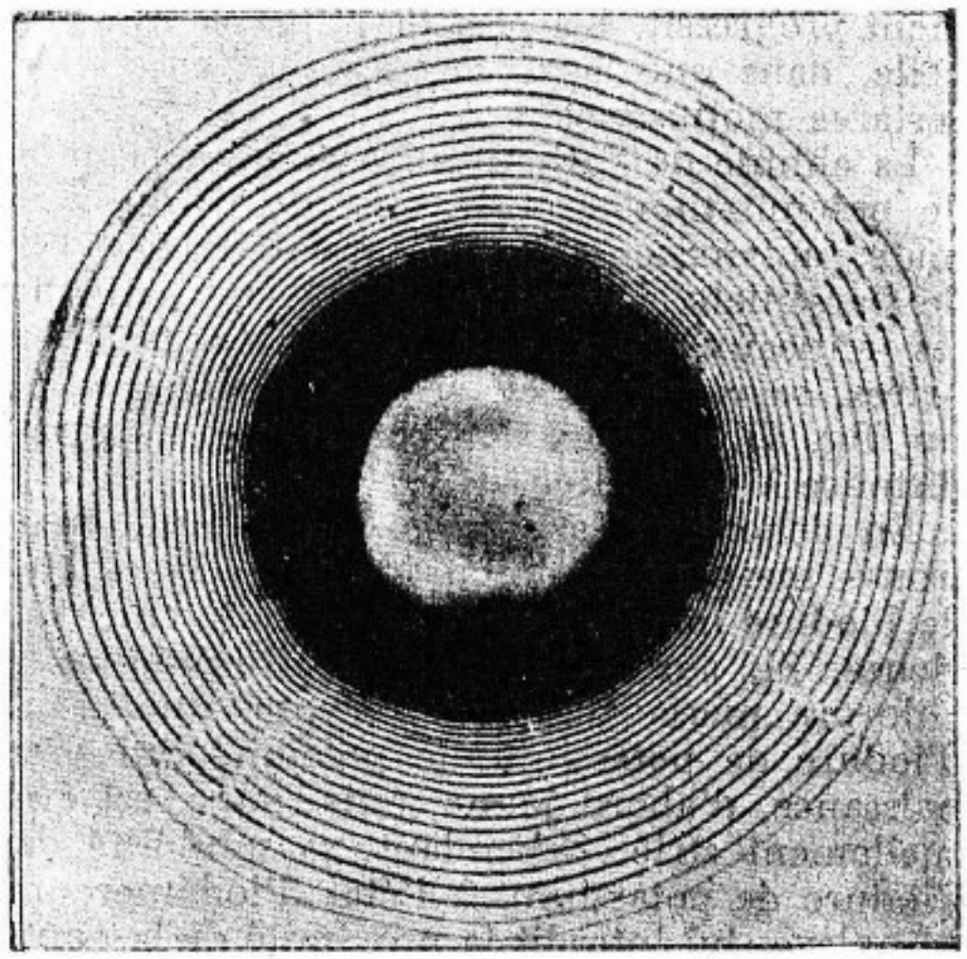


Fig. 3. — Aspect de la préparation au bout de deux heures.

Cependant, dans des circonstances encore mal connues, il advient que le chromate d'argent précipite, non plus en anneaux fermés, mais en strates ouvertes qui peuvent s'amorcer sur la goutte par un ou plusieurs points de départ et former des spirales simples ou des spirales multiples.

La fig. 4 est l'agrandissement d'une spirale simple, obtenue par précipitation du bichromate d'ammonium au moyen du nitrate d'argent. On suit facilement le trait sombre à partir de son origine, en remarquant son élargissement progressif. L'aspect de la préparation rappelle, dans une large mesure, la coquille de certains mollusques.

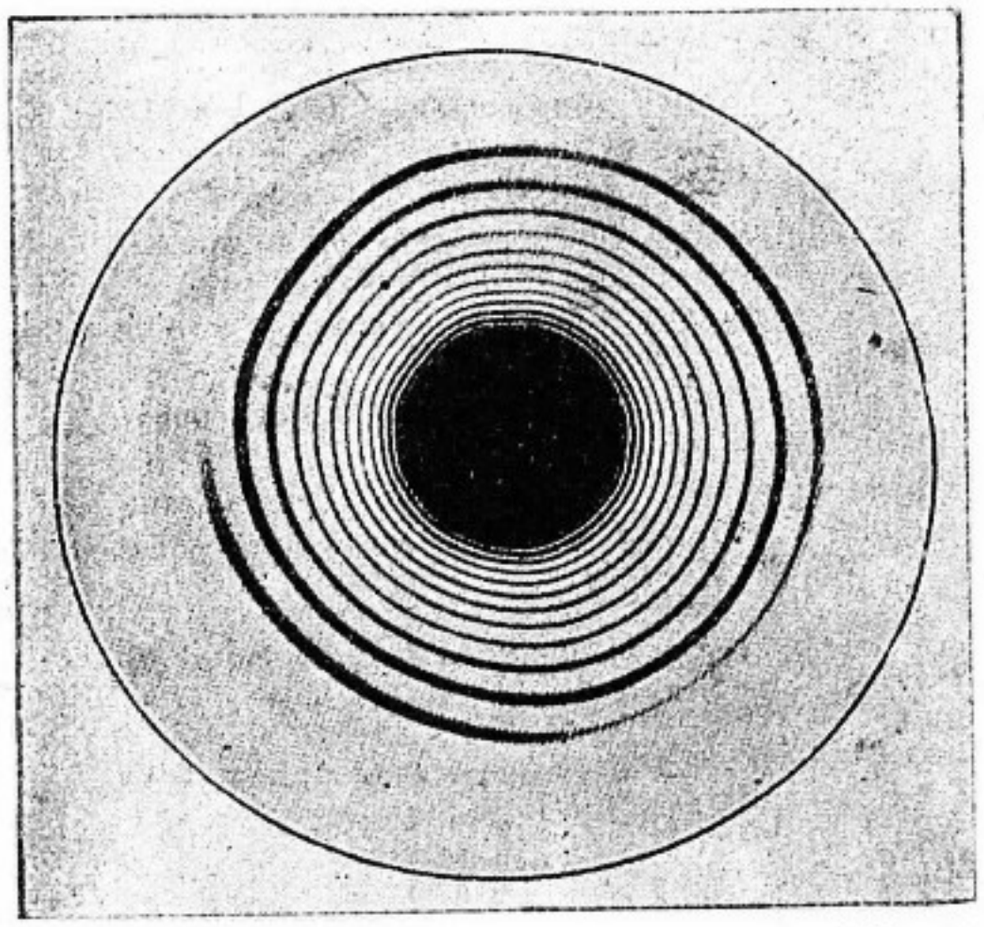


Fig. 4.
Stratifications du chromate d'argent en spirale simple.

La chimie de l'argent offre d'autres exemples de précipitation stratifiée que celui du chromate, notamment celui du phosphate et celui de l'arséniate. Pour l'arséniate, en particulier, les anneaux, dans des circonstances appropriées, se résolvent en cristaux visibles à l'œil nu (fig. 5), cristaux dont la taille croît avec la distance à la goutte.

En dehors de la chimie de l'argent, on retrouve maintes précipitations périodiques. Celle de l'iodure mercurique est particulièrement curieuse. Si, sur de la gélatine imprégnée de chlorure mercurique, on dépose une goutte d'iodure de potassium, le précipité qui prend naissance, d'abord jaune, puis rouge, est éventuellement strié. Cependant, sa solubilité dans l'iodure de potassium, à l'état d'iodomercurate complexe, lui interdit la proximité de la goutte, et il se confine à quelque distance, dans une zone étroite qui évoque, dans une certaine mesure, l'anneau de Saturne. La fig. 6 reproduit la microphotographie d'un petit arc d'un anneau strié d'iodure mercurique rouge obtenu dans ces conditions.

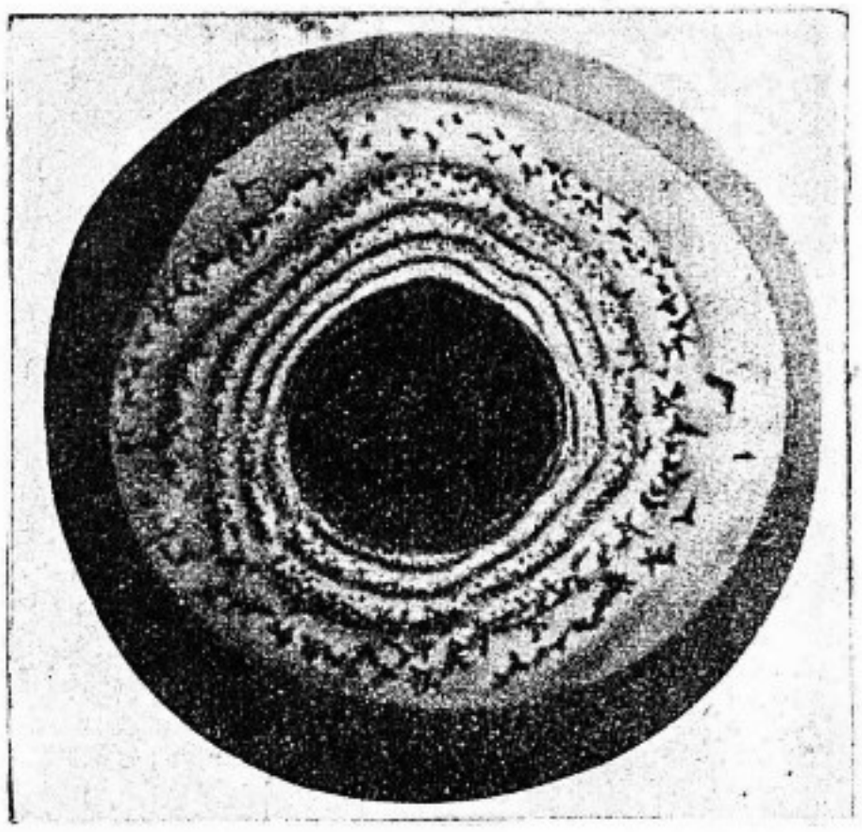


Fig. 5. — Précipitation stratifiée de l'arséniate d'argent.

***

La chimie à deux dimensions est susceptible d'une généralisation étendue. Nous mentionnerons ici quelques-unes des orientations éventuelles de la recherche.

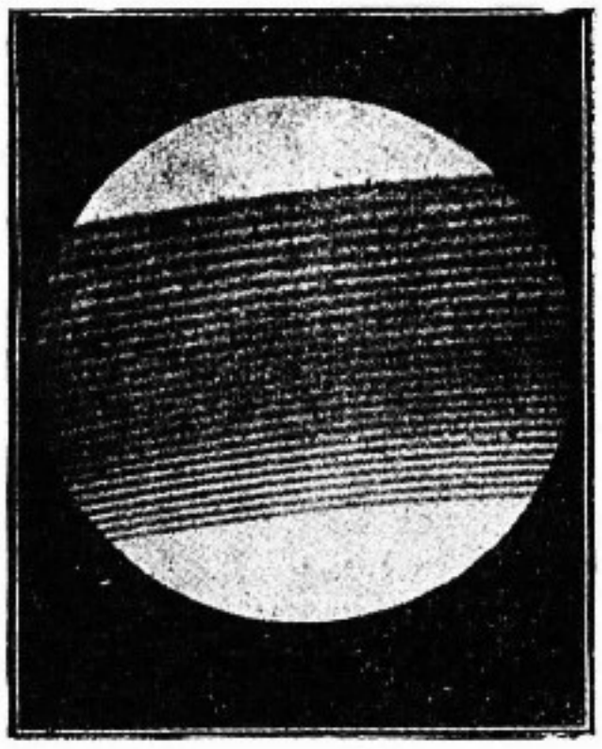


Fig. 6. — Précipitation périodique de l'iodure mercurique en anneau de Saturne. Microphotographie d'un petit arc.

On peut, par exemple, recueillir des données sur la cinétique d'une réaction en déposant sur de la gélatine, à quelque distance l'un de l'autre, une goutte de chacun des réactifs intéressés. Les deux gouttes diffusent, et au bout d'un certain temps s'attaquent.

Dans l'attaque de Liesegang, c'est toujours

l'auréole de nitrate d'argent qui se laisse défoncer par l'auréole de bichromate de potassium. A la frontière, on distingue des stries rouges, qui ne sont autres que des dégénérescences d'anneaux.

Dans l'attaque mutuelle du chlorure mercurique et de l'iodure de potassium, le précipité jaune, puis rouge, peut affecter la forme d'un accent circonflexe, comprenant dans sa concavité la goutte de chlorure mercurique. Les deux branches de l'accent, évasées aux extrémités et de structure striée, rappellent assez fidèlement des ailes d'insecte.

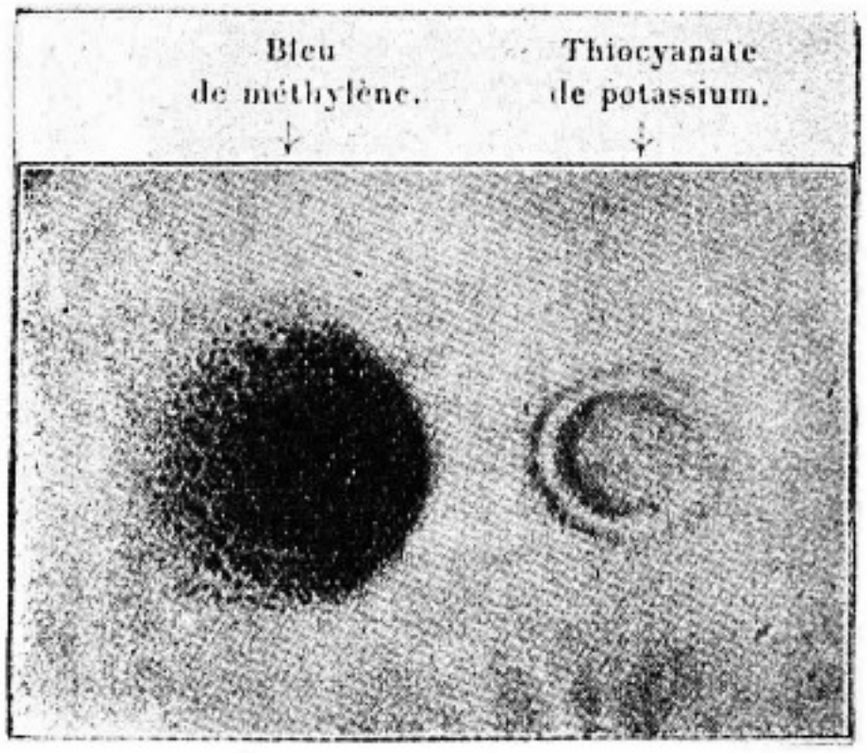


Fig. 7. — Précipitation du bleu de méthylène par le thiocyanate de potassium.

La méthode des deux gouttes est également applicable à la précipitation électrolytique des matières colorantes.

Déposons, par exemple, sur une couche de gélatine, à quelque distance l'une de l'autre, une goutte de bleu de méthylène et une goutte de thiocyanate, d'iodure ou de bichromate de potassium. L'attaque par auréole de diffusion aboutit à une figure de précipitation telle que celle reproduite fig. 7. On constate que l'électrolyte et la matière colorante n'agissent pas de manière symétrique. La présence du thiocyanate de potassium impose à la diffusion du bleu de méthylène une sorte de violent soufflage. Les amas de précipitation, constitués autour de la goutte primitive de bleu de méthylène, et rejetés du côté opposé au thiocyanate de potassium jouissent d'une orientation notoire.

Ainsi donc, tandis que la matière colorante favorise la diffusion de l'électrolyte, au contraire l'électrolyte a sur la diffusion de la matière colorante une influence inhibitrice, conclusions que viennent vérifier les expériences d'attaque directe, où l'un des réactifs est déposé en goutte sur une surface de gélatine imprégnée de l'autre.

Si, en effet, sur de la gélatine imprégnée de thiocyanate, d'iodure ou de bichromate de potassium, on dépose une goutte de solution de bleu de méthylène, la diffusion du colorant se trouve entravée, au point que toute auréole est déjà supprimée pour une faible teneur de la gélatine en électrolyte.

Les choses en vont tout autrement lorsqu'on renverse l'ordre des réactifs. Si, sur de la gélatine imprégnée de bleu de méthylène, on dépose une goutte de solution d'un des trois sels considérés, on voit l'électrolyte diffuser largement et repousser à l'entour la matière colorante, qui semble en fuite devant lui. Dans le cas du bichromate de potassium, où le phénomène est particulièrement brillant, bien que se prêtant peu à la reproduction photographique, le domaine de diffusion du sel progresse à l'intérieur de son cadre bleu sur lequel il tranche fortement, en se jonchant d'amas de précipitation. Les cristaux formés, orientés par rapport au centre de la goutte, augmentent de taille à mesure qu'ils deviennent plus lointains, et vraisemblablement à mesure que la diffusion se ralentit au cours du temps.

La même analyse, appliquée à la précipitation du rouge neutre par le bichromate de potassium

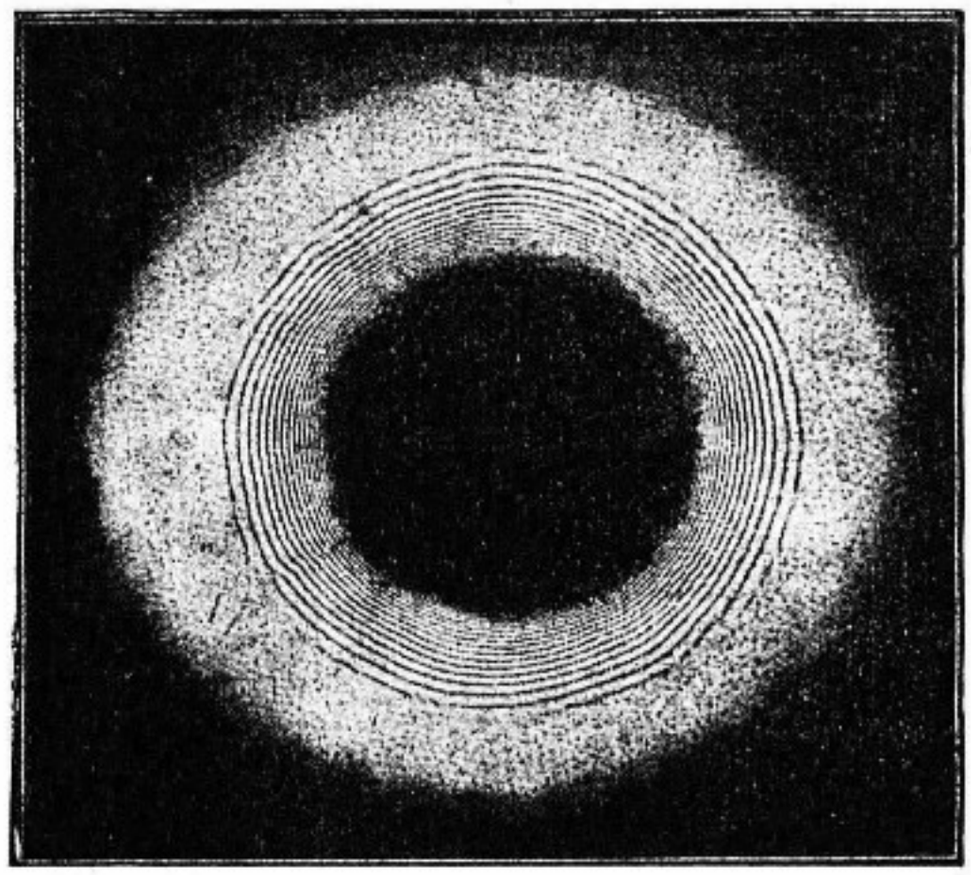


Fig. 8. — Résultat de l'apposition d'une goutte de bichromate de potassium sur de la gélatine imprégnée de rouge neutre.

fournit, entre gouttes juxtaposées des actions globales du même ordre que celles qui viennent d'être décrites. En outre, cependant, elle décèle un caractère de périodicité, accusé par la présence de stries.

L'attaque directe vérifie encore ici les prévisions de la méthode des deux gouttes, comme le montre la fig. 8, qui reproduit le résultat de l'apposition d'une goutte de bichromate de potassium

sur de la gélatine imprégnée de rouge neutre. Dans le domaine de diffusion relativement étendu, et qui se détache clair dans son encadrement rouge, on aperçoit des anneaux de précipitation, toujours plus larges et plus espacés à mesure qu'ils deviennent plus lointains. En dépit de leur finesse, les anneaux les plus proches sont assez serrés pour former tache compacte en prolongement de la goutte elle-même. La distribution est très analogue à celle de Liesegang.

***

Nous donnerons encore quelques exemples de cas où, en dehors de réactions proprement dites, l'analyse sous deux dimensions fournit des renseignements précieux.

Un premier ordre de renseignements se rapporte à la diffusion simple des sels. Au sein de

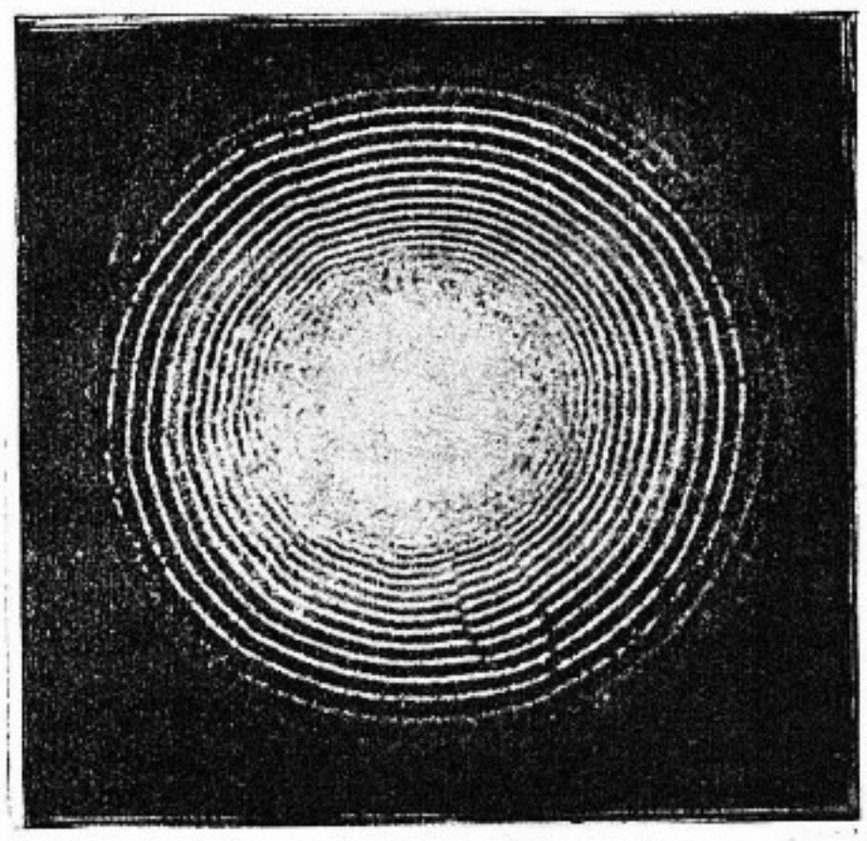


Fig. 9. — Figure de diffusion du carbonate de potassium au sein de la gélatine.

la gélatine, les sels ont leur figure de diffusion propre. Les uns admettent des auréoles à bord dégradé, comme le bichromate de potassium. D'autres, comme le nitrate d'argent, admettent des auréoles à bord net. Pour d'autres encore, comme le sulfure de sodium, l'auréole se compose de plusieurs zones concentriques de transparence variable, séparées par des lacunes ou des accumulations de substance. D'autres encore, comme les phosphates et les tartrates alcalins, admettent des auréoles discontinues, où des cristaux semblant jetés à partir de la goutte dans un ordre donné. Enfin, certains sels, comme les carbonates alcalins, diffusent en garnissant le champ d'anneaux concentriques, dont la distribution rappelle celle des anneaux de Liesegang, comme on peut le vérifier sur la fig. 9, relative au carbonate de potassium.

La diffusion des électrolytes dans le champ électrique donne lieu à d'autres constatations. Comme les colloïdes et en particulier comme les matières colorantes, les électrolytes jouissent, dans le champ électrique, d'une polarité qui se traduit par une déformation de leur auréole de diffusion. C'est ainsi que les réactifs de Liesegang présentent des effets inverses : le nitrate d'argent est attiré vers la cathode, tandis que le bichromate de potassium est attiré vers l'anode. Lorsque la tension imposée surpasse la tension de décomposition, la dissociation électrolytique entre en jeu et vient compliquer les phénomènes. Les expériences démontrent que le champ électrique n'agit pas seulement sur les sels par les processus que prévoit la théorie classique d'Arrhénius.

Dans un ordre d'idées différent; nous mentionnerons encore l'application de l'analyse sous deux dimensions à l'étude de la gélatine elle-même. Le procédé permet d'apercevoir immédiatement les déformations du milieu dans le champ électrique. Ces déformations sont d'ailleurs susceptibles d'être plus ou moins soulignées par l'incorporation d'une matière colorante. La cataphorèse qui se produit dans ces conditions accuse vraisemblablement des variations plus ou moins brusques de la vitesse de migration, d'une zone donnée de déformation à la zone contigue. Lorsqu'au lieu d'une matière colorante, c'est un indicateur qu'on incorpore à la gélatine, l'analyse sous deux dimensions vient révéler que le milieu, tout en se déformant, subit des variations consécutives de la concentration en ions hydrogène, depuis une forte acidité à l'anode jusqu'à une forte basicité à la cathode. Le phénomène peut avoir son importance pour la compréhension de certains processus physiologiques, touchant, par exemple la question si controversée de la contraction musculaire.

***

L'étude sous deux dimensions est d'ailleurs praticable dans d'autres milieux que dans la gélatine. Certains expérimentateurs ont eu recours à l'agar-agar. D'autres sont encore parvenus à opérer, en l'absence de tout gel par simple interdiffusion des réactifs intéressés, entre plaques de verre. Des indications du plus grand intérêt ont été également apportées par la considération des figures de dessiccation des colloïdes, technique inaugurée par Bary, et à laquelle il a donné le nom de pectrographie.

Les premiers résultats de la chimie à deux

dimensions se présentent donc comme extrêmement divers, en suggérant pour la recherche un grand nombre de voies nouvelles. Notamment, ils promettent de doter d'une contribution des plus précieuses la connaissance de la morpholgie des réactions, notion dont un éminent physiologiste français, Stéphane Leduc, avait, dès le début de ce siècle, jeté les premiers jalons, et pressenti toute l'importance.

SUR QUELQUES CAUSES DE LA CRISE ACTUELLE

par Fernand LABORDE
Ingénieur E.C.P.
Vice-Président de la Chambre des Intérêts Miniers de la Tunisie

Il y a toujours eu des crises économiques. Les irrégularités météorologiques, qui font varier, dans des proportions énormes, la production annuelle des denrées et des matières les plus nécessaires à l'homme pour se nourrir et pour se vêtir, en sont la cause première. Elles empêchent toute régularité dans la production de ces denrées et de ces matières. Une seule récolte abondante suffit souvent pour rompre l'équilibre entre la production et la consommation ; si plusieurs bonnes récoltes se succèdent, il y a aussitôt surproduction et avilissement des prix. Une série de récoltes déficitaires amène, au contraire, la disette et le renchérissement.

A cette cause primordiale, l'action de l'homme en a, depuis longtemps, superposé d'autres, qui ont étendu, aggravé, et prolongé ses effets : les guerres civiles ou internationales, la concurrence économique, l'abus du crédit, l'accélération du progrès technique, les caprices du goût et de la mode, toutes circonstances qui peuvent engendrer, selon le cas, la surproduction ou la disette, la baisse ou la hausse des prix. Pendant tout le cours du XIX^e^ siècle et durant les premières années du XX^e^ siècle, ces diverses causes ont eu pour conséquence des crises périodiques, espacées d'une dizaine d'années en moyenne et qui n'affectaient pas, en général, toutes les productions d'un pays ni plusieurs pays à la fois.

La guerre de 1914 à 1918 est venue. Par son extension et par sa durée inaccoutumées, par les immenses destructions de vies, de matières et de richeses qu'elle a causées, elle a bouleversé toutes les traditions, sapé toutes les bases et brisé toutes les organisations grâce auxquelles l'humanité avait acquis un équilibre relatif. Un trouble inouï s'est emparé de toute la terre.

Pour rétablir l'ordre et pour retrouver un équilibre nouveau, les nations et les individus ont dépensé des trésors d'intelligence et d'initiative, rivalisé d'audace et d'ingéniosité. Mais il faut bien reconnaître que, jusqu'à ce jour, le succès n'a pas couronné leurs efforts. Au contraire, le désordre économique, politique et social n'a pas cessé d'empirer dans la plupart des pays.

S'il en est ainsi, c'est vraisemblablement parce que les remèdes auxquels on a recouru n'étaient pas appropriés aux maux qu'il s'agissait de guérir. Et, en effet, lorsqu'on tente d'analyser ces remèdes, on a la surprise d'y retrouver les causes les plus efficientes de la crise où nous nous débattons.

Après l'armistice, ces causes auraient pu rester limitées aux quelques causes traditionnelles et matérielles que nous venons de signaler, mais elles se sont multipliées par la faute des hommes. On les compte maintenant par dizaines, d'ordre psychologique, économique, technique, financier, politique et diplomatique. Une confusion extrême règne dans les opinions qu'on émet à leur sujet, car une même cause peut entraîner plusieurs conséquences, comme une même conséquence peut naître de plusieurs causes, et la suite de ces conséquences, de même que celle de leurs réactions mutuelles, va sans cesse en s'allongeant. En outre, les spécialistes qui s'attaquent à l'étude de ces questions négligent le plus souvent les aspects du problème étrangers à leur spécialité, ils n'arrivent ainsi qu'à des conclusions fragmentaires et à des solutions incomplètes.

Dans les colonnes qui vont suivre, nous nous bornerons à passer en revue quelques-unes de ces causes, de caractère surtout technique, exagération des salaires, exagération des prix de revient, abus du machinisme, abus de la rationalisation, surproduction.

II. Exagération des salaires.

Dans un sentiment d'humanité parfaitement compréhensible et hautement louable, on peut

souhaiter des salaires très élevés, capables d'assurer à leurs bénéficiaires la plus grande part possible des biens et des satifactions de ce monde. Mais il n'est pas nécessaire de réfléchir longtemps pour comprendre qu'en pratique ces salaires sont forcément limités par la valeur marchande que peuvent atteindre les produits ou les services des salariés. En fait, cette valeur doit aussi permettre de rémunérer et d'amortir le capital, de couvrir les frais généraux, de payer les techniciens et les fournitures. Le salaire ne peut donc représenter qu'un certain pourcentage de la valeur des produits, ou des services. Si ce pourcentage est trop fort, les prélèvements des autres parties prenantes deviennent insuffisants ou impossibles ; le dépérissement ou la ruine des entreprises intéressées peuvent en résulter. Il y a donc des maxima obligés pour les salaires.

Ces maxima varient forcément, d'une part, suivant la valeur des produits et des services, fonction de leur abondance par rapport à la demande, d'autre part, suivant le rendement des salariés et suivant le nombre de ceux qui sont disposés à s'employer pour ces productions ou pour ces services. La dépendance des salaires à l'égard des rendements entraîne aussi leur dépendance à l'égard de la durée du travail, car le rendement est fonction de cette durée.

Parmi les influences susceptibles d'attirer les salariés figure, au premier rang, l'offre d'un salaire capable d'assurer leur existence et celle des membres de leur famille, qui vivent normalement à leur charge. Ceci implique des minima de salaires variables suivant les fluctuations du coût de la vie, suivant le sexe, l'âge, la situation de famille des salariés.

C'est entre ces maxima et ces minima que peuvent évoluer les salaires dans une économie libre. Lorqu'un salaire tombe au-dessous du minimum correspondant, si la main-d'œuvre trouve autre part des conditions meilleures, il arrive que cette baisse de salaire prive d'ouvriers l'industrie intéressée.

On voit la complexité, l'irrégularité et l'instabilité des facteurs qui définissent la valeur du salaire. Il n'y a pas d'autorité ni d'intelligence capables d'en assurer la simplification, la régularité et la stabilité. Seul, le libre jeu de l'offre et de la demande permet les actions et les réactions spontanées de ces multiples facteurs, avec l'établissement des justes salaires qui en résultent. Toute méconnaissance de cette fixation naturelle des salaires et toute intervention pour en contrarier le fonctionnement normal ne peuvent qu'engendrer de graves perturbations économiques. Ce sont ces méconnaissances et ces interventions multipliées depuis l'armistice qui ont abouti à l'exagération des salaires, dont le rôle est indéniable dans la crise actuelle.

Ainsi, on a de moins en moins respecté les deux limites naturelles du salaire, que j'ai définies plus haut, et la marge qui doit nécessairement exister entre elles. Une formule spécieuse et brutale : « A travail égal, salaire égal », a de plus en plus dépouillé le salaire de son caractère social, tendant à rémunérer l'unité de travail au même prix, quels que puissent être l'âge, l'ancienneté, les charges de famille du travailleur. Comme il faut, malgré tout, que le salarié chargé de famille assure la subsistance des siens les salaires ont tendu à dépasser de plus en plus leur minima et fini par dépasser les salaires maxima.

D'ailleurs, le dépassement de ces salaires maxima a été systématiquement organisé dans plusieurs industries, et notamment aux Etats-Unis d'Amérique, sous l'influence de la théorie dite des hauts salaires. Elle préconise l'attribution aux ouvriers des salaires les plus élevés possibles, afin d'accroître leur pouvoir de consommation, aussi bien dans leur propre intérêt que dans l'intérêt général. Mais, en pratique, ce résultat n'a pu être temporairement atteint que par un recours excessif au crédit et en négligeant les rapports nécessaires entre le salaire, le rendement et le prix de vente.

On a méconnu aussi la relativité essentielle du salaire, en prétendant lui attribuer une valeur fixe, un pouvoir d'achat immuable, malgré l'irrégularité et la variabilité incessantes des besoins des travailleurs, d'après leur sexe, leur âge, leur complexion, leurs charges, et malgré l'instabilité inhérente aux temps, aux lieux et aux prix. La prospérité apparente de l'après-guerre a fait qu'on a toujours tenté d'établir cette péréquation au niveau des besoins et des salaires les plus élevés.

Lorsque ces péréquations sont intervenues entre nations différentes ou même entre régions très distinctes d'un même pays elles ont eu des conséquences particulièrement néfastes pour certaines de ces nations et de ces régions, les moins avantagées économiquement. Car elles ont eu raison des heureuses circonstances locales qui permettaient l'existence de nombreuses cultures et industries, grâce à la modération des salaires qu'on pratiquait dans ces pays et dans ces régions, sans qu'il en résultât nécessairement des conditions inacceptables pour les travailleurs.

Une autre erreur capitale, ce fut d'ignorer la relation forcée du salaire et de la durée du travail. En prétendant réduire cette durée sans admettre une diminution du salaire proportionnelle à la diminution de production qu'implique, pour commencer, toute réduction instantanée de la durée du travail, on accroît forcément la valeur relative du salaire, au détriment de la marge nécessaire à la rémunération des

autres éléments de la production ; dans bien des cas, on dépasse le maximum possible pour le salaire. Cette cause d'exagération a revêtu une importance énorme dans les pays qui ont adopté brusquement la journée de huit heures, sans aucun des tempéraments prévus pour son application progressive.

Enfin, d'une manière générale, on a méconnu que toute valeur représente une somme de salaires, payés aux étapes successives de la production, de la transformation, de la manutention et de la livraison de la marchandise correspondante. De sorte que toute erreur de principe ou d'application sur le salaire se trouve automatiquement multipliée par le nombre de ces étapes et atteint rapidement un ordre de grandeur qu'on n'imagine pas sans difficulté.

En pratique, l'action des syndicats ouvriers et des associations de fonctionnaires, soit par la menace de grève, soit par la grève, et l'intervention du législateur n'ont pas cessé, depuis quatorze ans, de tomber dans ces erreurs. Par augmentations et par péréquations, elles ont fini par porter les salaires bien au-dessus de ce que permettaient les prix de vente et de ce que justifiait le coût de la vie. Et lorsque la crise actuelle a causé la baisse des prix, les mêmes influences se sont dépensées pour s'opposer à la baisse proportionnelle des salaires, ce qui a eu pour conséquence l'apparition du chômage dans certains pays et son aggravation dans tous les autres. Cette exagération et cette résistance des salaires ont été favorisées ou accrues par des mesures communément appliquées dans ces dernières années : excès de crédit, taxes douanières, contingentement, taxes fiscales, qui sont en dehors du cadre de la présente étude.

Les résultats de ces erreurs sont flagrants. En France et en 1930, alors que l'indice des prix de gros était de 543 et celui des prix de détail de 614, on relevait un indice moyen de 821 pour les salaires dans les chemins de fer, et les indices moyens des salaires en province étaient les suivants:

	Par heure	Par jour
Hommes	732	891
Femmes	866	1.045

En 1931, où l'indice des prix de gros était de 462 et celui des prix de détail de 611, les traitements des fonctionnaires étaient à l'indice 626, lequel, augmenté des indemnités, montait, suivant catégorie, de 801 à 1.056. Pour la viande les coefficients de 1932 sont :

Prix à la production.....	433
Prix à la consommation	603
Salaires chez le boucher détaillant ..	912

Les indices du prix de la main-d'œuvre ont donc atteint 950 en moyenne, alors que l'indice moyen annuel des prix de gros n'a pas dépassé 718 en 1926, ni celui des prix de détail 614 en 1930. On sait qu'en octobre 1932, l'indice moyen de gros est descendu à 391 et l'indice moyen de détail à 501 ; on sait aussi que les salaires et traitements n'ont pas encore marqué de baisse sensible par rapport aux chiffres ci-dessus. Même si on admet que les rémunérations de la main-d'œuvre en 1914 aient pu sembler faibles au point de vue social, on ne peut douter, à l'examen de ces indices, qu'elles n'aient été portées depuis lors à un niveau excessif au point de vue économique, et incompatible avec la baisse continue des prix de détail que nous constatons depuis 1930.

Ces exagérations ont eu des conséquences particulièrement préjudiciables dans les industries où les salaires représentent une proportion prépondérante du prix de revient. Ainsi, les houillères anglaises ont vu leurs exportations diminuer grandement au profit des houillères belges, allemandes, polonaises et même américaines, par suite de l'intransigeance de leurs mineurs et de leur résistance à l'adaptation de leurs salaires aux cours mondiaux du charbon, et les autres industries anglaises ont été affectées par la cherté du combustible national. En France, une résistance analogue de nos houilleurs a restreint le rayon d'action de nos charbonnages, déjà si limité par leur situation excentrique dans le pays, au profit de l'importation étrangère. Les exportations de la France souffrent aussi de cette cherté du combustible. Le développement rapide de la consommation dans le monde du mazout, du pétrole et de l'essence est dû, en grande partie, à l'exagération des salaires dans les houillères. On peut faire des constatations analogues dans l'industrie des transports par chemins de fer, où l'exagération des salaires a facilité la concurrence des transports automobiles, en même temps qu'elle contrariait le mouvement des exportations.

III. Exagération des prix de revient.

L'exagération des prix de revient trouve sa première et principale raison dans l'exagération des salaires. J'ai déjà fait allusion à ce que tout prix représente une somme de salaires. Ce fait est longtemps resté méconnu ou ignoré. On a notamment pu énoncer aux tribunes du Parlement français les erreurs les plus regrettables à ce sujet, lors de la discussion de la loi sur les assurances sociales. Il ne semblera donc pas superflu d'y inister quelque peu.

Un prix de revient comprend trois parties : salaires, fournitures et frais généraux. Le pourcentage des salaires varie beaucoup : 5 o o dans certaines industries, 70 o/o dans les houillères

anglaises, plus encore dans bien des cultures ou dans les administrations.

Les dépenses de fournitures sont la contre-partie de prix de vente, comprenant des prix de revient décomposables dans les mêmes trois parties, et, en outre, des bénéfices.

Les frais généraux sont composés d'appointements, de traitements, d'émoluments, d'honoraires employés à la rémunération des agents techniques, directoriaux ou administratifs, de frais de contentieux allant aux personnels des tribunaux et de la procédure, d'impôts que l'Etat utilise pour payer les fonctionaires ou pour acheter les matières dont il a besoin. Toutes les dépenses pour frais généraux sont donc employées en salaires, le mot salaire étant entendu dans son sens le plus large, ou en achats eux-mêmes décomposables en salaires et en bénéfices.

Mais les bénéfices, sauf le cas de la thésaurisation où ils sont provisoirement mis en réserve, servent également à régler des dépenses, passées, présentes ou futures, en contre-partie de prix de vente composée aussi de prix de revient et de bénéfices.

Finalement, un prix, quel qu'il soit, et notamment un prix de revient, pourvoit exclusivement au paiement de salaires passés, présents ou futurs. Telle est la raison pour laquelle un prix de revient ne supporte pas seulement la conséquence de l'exagération éventuelle des salaires qui entrent directement dans son calcul, mais aussi les conséquences de toutes les exagérations qui ont pu être commises à l'égard de tous les salaires des prix de revient qui sont intervenus pour fixer la valeur de ses fournitures et de ses frais généraux. Lors donc que la tendance à la hausse des rémunérations est universelle comme nous l'avons vu depuis 1902, les exagérations de salaires qui en résultent entraînent une exagération générale des prix de revient.

Les prix de revient ont été majorés aussi dans certains pays, pour ce qui concerne les salaires, par les entraves mises à la libre circulation de la main-d'œuvre. C'est ce qu'on a vu, par exemple, aux Etats-Unis, en Australie, pays qui ont fermé leurs portes à l'immigration traditionnelle de travailleurs dont ils bénéficiaient autrefois.

Du côté des fournitures, les prix de revient ont souffert, en premier lieu, des obstacles opposés à la libre circulation des marchandises, par l'élévation des droits de douane, par les contingentements, par les règlements draconiens appliqués aux frontières. Ces mesures ont paralysé le jeu de la concurrence et empêché l'approvisionnement aux meilleurs prix et conditions. En second lieu, ils ont subi les conséquences de l'inflation de crédit qui a permis, grâce aux possibilités de stockage, la hausse des prix ou la résistance à la baisse, et qui a facilité le développement du machinisme même dans les pays où l'abondance et le bon marché de la main-d'œuvre ne le réclamaient pas.

Les raisons de l'exagération des prix de revient sont particulièrement nombreuses et agissantes au chapitre des frais généraux. Mentionnons d'abord le recours excessif aux derniers perfectionnements de la technique moderne : télégraphe, téléphone, cinématographe, radiophonie, éclairage, publicité. Insistons sur l abus de la vitesse par le développement des transports automobiles, tant pour les personnes que pour les choses, et dont le coût réel n'apparaît pas aux usagers parce qu'il reste, en grande partie, à la charge des budgets. Les entraves à la libre circulation de l'or et des capitaux, l'accroissement rapide des impôts, sous la double influence de l'extension sans fin des attributions de l'Etat et de la multiplication des charges sociales, sont encore des causes puissantes du renchérissement des prix de revient.

Comme ces différentes causes ne jouent qu'une fois pour les matières premières, tandis qu'elles jouent à tous les stades de la fabrication, du transport, de la manutention ou de la livraison des objets fabriqués, on conçoit qu'elles expliquent, en majeure partie, la difficulté constatée d'ajuster les prix de détail avec les prix de gros. Et cet écart lui-même est un facteur important de la multiplication des intermédiaires entre le producteur et le consommateur, multiplication d'où résultent encore de nouvelles augmentations de cet écart.

L'exagération du prix de revient entraîne forcément une tendance à la hausse du prix de vente, car le producteur cherche tout au moins à couvrir ses frais et, si possible, à réaliser, par surcroît, un bénéfice. Aussi longtemps que cette hausse du prix de vente n'excède pas le pouvoir d'achat du consommateur, soit en raison de sa capacité réelle de production, soit grâce à l'aide qu'a pu lui apporter une inflation du crédit, la marchandise s'écoule. Mais aussitôt que le pouvoir d'achat du consommateur est atteint, cet écoulement devient difficile.

Si le producteur baisse ses prix, il vent bientôt à perte. S'il ne les baisse pas, les marchandises lui restent pour compte, la mévente apparaît et à sa suite la surproduction. Il faut trouver un moyen d'abaisser ce prix de revient, et, à défaut de ce moyen, stocker, ce qui implique le recours aux réserves du producteur ou l'obtention de crédits en sa faveur. Faute de ressources ou de crédit, ou même par la volonté de n'y pas faire appel, on doit réduire la production. Le chômage menace alors, évitable néanmoins, dans une certaine mesure, si le prix de revient peut encore être comprimé, en dernier

ressort, par une diminution des salaires. Mais il arrive souvent que la surproduction ou l'affaissement du pouvoir général d'achat soient tels que cet ultime remède demeure sans effet. Le chômage des ouvriers s'impose, jusqu'à la fermeture des exploitations. Parfois, la situation s'aggrave à tel point que certaines cultures ou certaines industries deviennent impossibles dans des régions ou dans des pays entiers. Nous en avons présentement un exemple dans l'Afrique du Nord, où la presque totalité des mines de plomb et de zinc a été condamnée au chômage.

IV. Abus du machinisme.

L'exagération du prix de revient sous l'influence prédominante de l'exagération des salaires, est à l'origine du développement du machinisme et de la rationalisation.

Un pays, comme les Etats-Unis d'Amérique, où le champ offert à l'immigration, à l'expansion de l'agriculture et de l'industrie, était pratiquement illimitée, où la main-d'œuvre était rare et chère par rapport aux possibilités économiques, tandis que les matières premières y étaient abondantes et à bon marché, apparaissait comme prédestiné au développement du machinisme. Aussi, bien avant 1914, avait-il suivi cette vocation naturelle, et la mécanisation de l'agriculture, de même que celle de l'industrie, y dépassait-elle de beaucoup tout ce qu'on pouvait voir dans les pays les plus industrialisés de l'Europe. A cette époque, la situation des travailleurs européens bénéficiait lentement de l'extension du machinisme, sous le double avantage d'une hausse continue de son pouvoir d'achat et d'une réduction progressive de la journée de travail, sans que ces avantages conduisissent à des prix de revient prohibitifs ou compromissent l'équilibre écononomique.

La nécessité, pour l'Amérique, de suppléer au manque à produire des belligérants pendant la grande guerre, et ensuite sa propre intervention dans le conflit, donnèrent au machinisme une nouvelle impulsion dans ce pays. Au lendemain de l'armistice, la volonté de maintenir l'énorme prééminence agricole et industrielle, conquise à la faveur de la guerre, l'opportunité de reconstituer les stocks mondiaux épuisés au cours des hostilités ajoutèrent de séduisantes raisons à ce développement de la mécanisation aux Etats-Unis.

Or, quelques mois plus tard, sous l'influence de la lassitude éprouvée par les belligérants européens au sortir de la tourmente et sous la pression énergique des syndicats ouvriers, la durée de la journée de travail était réduite presque partout en Europe sans réduction parallèle des salaires. Aux objections élevées contre cette mesure hâtive, à un moment où la reconstitution des stocks et la réparation des régions envahies requéraient une activité et une productivité surabondantes, où la destruction des richesses avait dangereusement restreint les moyens de paiement, il fut surtout répondu que les progrès techniques en général et le recours à la machine en particulier auraient raison de ces difficultés.

Ce faisant, on perdait de vue qu'il faudrait des années pour la mise en œuvre de ces progrès techniques, comme pour la construction de ces machines, et que leur coût serait renchéri dans la mesure même où la journée de travail était réduite. En outre, le sens du mouvement économique d'avant-guerre, où le progrès mécanique entraînait l'amélioration des salaires et la diminution de la journée de travail, était inopinément renversé, tandis que son rythme était violemment accéléré : c'étaient l'augmentation des salaires et la diminution de la journée de travail qui imposaient, de toute urgence, un recours pour ainsi dire désespéré, au machinisme. Cette méconnaissance du facteur temps, sans lequel cependant rien ne peut se faire de durable, allait coûter cher à l'Europe. Il faut d'ailleurs noter qu'une aussi regrettable erreur n'aurait pu être commise sans le recours à l'inflation, qui permit d'acquérir toute cette machinerie en hypothéquant sans mesure la production future.

Les Etats-Unis d'Amérique, dont la puissance industrielle était non seulement intacte, mais encore multipliée, grâce à leur neutralité longtemps prolongée, furent les fournisseurs obligés et privilégiés de cet équipement mécanique. A ces professionnels du machinisme, on ne se contenta pas d'acheter le matériel, on emprunta bientôt leurs méthodes. Le prestige de leur intervention décisive pour la solution de la guerre mondiale, celui de leur force intacte et de leur richesse immensément accrue en imposèrent à l'Europe. L'ancien continent oublia les enseignements d'une expérience séculaire pour adopter inconsidérément et prématurément un matérialisme et une technique que des conditions particulières avaient seules paru justifier, mais qui n'avaient même pas la consécration du temps, et dont l'effondrement de la prétendue prospérité américaine nous montre aujourd'hui l'inconsistance et l'erreur. Quoi qu'il en soit, pendant près de dix années, l'esprit américain aura dominé dans le monde soumettant à son influence la politique, l'économique, la finance et la technique. Sur ce dernier point, qui tient de plus près à la présente étude, rares ont été ceux qui en ont discerné dès l'origine les exagérations et les dangers. Pour ma part, j'ai dénoncé de tout temps, dans les milieux restreints où s'exerçait mon activité, la nécessité

de rester fidèles aux traditions de mesure, de logique et d'objectivité qui ont toujours fait la force de la technique française.

Aurais-je d'ailleurs pu faire autrement, en présence des erreurs que le fétichisme de la mécanique américaine multipliait sous mes yeux? Au point de vue général d'abord, l'énorme différence entre les rythmes du progrès, de la production et de l'amortissement dans ce pays-là et dans le nôtre. De sorte qu'une machine américaine est déjà démodée et dépassée, alors qu'elle n'est pas encore amortie à moitié chez nous, et qu'il est, pour cette raison, impossible de se procurer les rechanges indispensables. Ensuite, le appareils américains sont, en général, prévus pour des conditions tout à fait différentes de celles que nos cultures et nos fabrications ont coutume de comporter. Leurs dimensions et leur capacité dépassent de beaucoup, la plupart du temps, celles qui conviennent à ces cultures et à ces fabrications. Aussi, même lorsque ces machines paraissent travailler avec un prix de revient acceptable pour la production, les frais d'installation, d'entretien et d'amortissement sont susceptibles de renverser complètement la situation et d'en faire des appareils trop onéreux.

Dans les olivettes du centre tunisien, j'ai vu œuvrer des tracteurs américains; les dimensions trop fortes ne s'adaptaient pas à la forme donnée par la taille aux oliviers de la région. Toutes les branches inférieures des arbres étaient abîmées par le passage du tracteur. Sans compter l'impéritie de la main-d'œuvre locale, qui laissait tomber la machine en panne et allait chercher, à plusieurs kilomètres, les animaux nécessaires pour dépanner le tracteur, ce qu'ils faisaient d'ailleurs avec la plus grande aisance. Mais, que de temps, que d'olives et que d'argent perdus pour la gloriole de la motoculture à l'américaine!

Une grande firme minière et métallurgique insista pour que j'aille voir fonctionner, dans un pays voisin, de merveilleuses machines américaines, grâce auxquelles on obtenait des avancements inouïs dans les galeries de mine. Je trouvai ces machines au rancart, on ne les mettait en marche que pour les visites occasionnelles, comme la mienne, ou quand venait l'administrateur qui les avait fait acheter. L'une d'elles ne pouvait pas fonctionner dans les terrains trop humides pour elle, de la mine. L'autre, aurait exigé une section de galerie deux fois plus grande que la section habituelle, et les frais supplémentaires d'abattage, qu'aurait absorbés ce véritable tunnel auraient dévoré et au-delà l'économie de manutention que pouvait procurer l'appareil. Et les beaux avancements qu'on attribuait aux machines américaines étaient simplement réalisé par une meilleure utilisation de la main-d'œuvre locale.

Mais même lorsque la machine n'est pas spécifiquement américaine, on n'y doit pas recourir sans examiner minutieusement toutes les conséquences de son emploi. Ainsi, j'ai dû lutter contre l'installation d'un four monumental pour la calcination de la calamine, qui assurait, disait-on, une économie substantielle sur la dépense de combustible. Mais ce four ne convenait pas exactement à la grosseur du minerai qu'il s'agissait de calciner, les frais de premier établissement étaient considérables et la capacité de l'appareil était si élevée, qu'il pouvait calciner en une semaine de travail la production annuelle du minerai dont la grosseur convenait à son fonctionnement. Il aurait donc fallu stocker ce minerai pendant un an pour le reprendre à l'époque du traitement et conserver, en prévision, le personnel nécessaire, qu'on aurait pu, sans cette précaution, ne pas retrouver au moment voulu. Tout compte fait, les frais de premier établissement, de stockage, de manutention, de personnel, le risque de variation des cours du zinc conduisaient à des charges d'amortissement et d'exploitation qui dépassaient de beaucoup l'économie réelle de combustible.

Le machinisme, qui offre des avantages indiscutables lorsqu'il est l'aboutissement d'études logiques et complètes, et l'objet d'adaptations rationnelles, ne doit donc pas être développé à tort et à travers. En particulier, il ne pouvait pas être utilisé à coup sûr pour remédier à la défaillance subite de la main-d'œuvre européenne au lendemain de la guerre, surtout quand on a prétendu l'employer à la même échelle de grandeur que les Etats-Unis d'Amérique. Comme dans la légende de l'apprenti sorcier, il renferme en lui des puissances latentes qui débordent bientôt la volonté et la force de ceux qui le mettent en œuvre. Le but qu'ils se proposaient d'atteindre est largement dépassé. Il s'agissait de maintenir la production et le prix de revient, malgré la réduction de la journée de travail. C'est à la surproduction et au chômage que nous avons abouti.

V. Abus de la rationalisation.

Cependant, ce recours excessif au machinisme ne suffisait pas pour assurer les abaissements de prix de vente exigés par l'écoulement d'une production indéfiniment croissante, ni par la rémunération des capitaux investis en vue de cette production. Il fallut s'ingénier pour résoudre les problèmes ainsi posés, pour accroître sans cesse les ventes et les bénéfices. L'ensemble des méthodes employées pour atteindre ces buts a reçu le nom de rationalisation.

Rationaliser, c'est pousser l'organisation d'un travail le plus loin possible, en visant à la perfection. Economiquement parlant, c'est tendre vers le plus bas prix de revient possible pour porter au maximum la vente et les bénéfices. A ce titre, depuis le grand développement de l'industrie au cours du XIX^e^ siècle, il n'était guère d'industriel, de directeur, d'ingénieur ou de gros commerçant qui ne fît déjà, avant la guerre, de la rationalisation sans le savoir. Mais ce qui a différencié l'après-guerre à ce point de vue, ce sont la nature, la rapidité et l'extension des procédés de rationalisation, sous l'impulsion des Américains et des Allemands.

On a d'abord visé à la simplification et à l'uniformisation des types de fabrication dans une même industrie, et on a appelé cela la standardisation. Par cette contrainte des préférences individuelles, on a pu réduire le nombre et le modèle des machines, supprimer des usines, demander aux ouvriers des aptitudes moins variées ou moins étendues, et toutes choses égales d'ailleurs, diminuer les prix de revient et les prix de vente, maintenir ou augmenter les bénéfices.

Ensuite est venue la concentration verticale, qui a réuni dans les mêmes mains la production des matières premières, les transformations et les manutentions successives d'une industrie donnée. On a, de la sorte, économisé du personnel, des manutentions et une partie des bénéfices qu'il fallait attribuer pour ces diverses opérations lorsqu'elles étaient indépendantes.

Puis, on est passé à la concentration horizontale, qui a réuni, à son tour, dans les mêmes mains, le plus grand nombre possible et souvent même la totalité d'industries, généralement analogues ou voisines.

Parfois ces concentrations ont été organisées par les Etats eux-mêmes, qui les exploitent ou les contrôlent et constituent des exploitations étatistes ou collectivistes.

Tandis que la rationalisation prudente, progressive et restreinte, d'avant-guerre ne produisait que des effets modérés en étendue et en intensité, la rationalisation audacieuse, intense et rapide d'après-guerre, toute inspirée des méthodes américaines, a causé des perturbations sans précédent. L'enthousiasme pour ces méthodes américaines les a fait importer en Europe avant qu'elles eussent reçu la consécration d'un succès durable, et sans aucun souci des conditions toutes spéciales qui avaient pu leur valoir en Amérique une réussite apparente et éphémère.

Leur défaut capital, ce fut leur précipitation. Alors que les perfectionnements d'autrefois dans la technique ou dans l'organisation agricoles, industrielles ou commerciales, naissaient dans une région limitée pour se propager lentement dans leur pays d'origine, et déborder seulement après dans quelques pays étrangers, les méthodes nouvelles de rationalisation se sont instantanément emparées de leurs pays d'origine, Etats-Unis ou Allemagne en général, et se sont ensuite imposées aux autres pays avec une rapidité foudroyante. L'évolution plus lente d'avant-guerre présentait un grand avantage : celui de n'influer que peu à peu sur les marchés de la main-d'œuvre et des capitaux. Aussi le chômage des ouvriers et des fonds que ces transformations rendaient disponibles n'intéressait-il que des régions et des périodes relativement limitées. Ouvriers et capitaux ne tardaient pas à retrouver leur emploi dans l'industrie même qui les avait utilisés auparavant et qui puisait une nouvelle force d'expansion dans les améliorations qui y avaient été introduites, soit dans les autres sources d'activité qui croissaient lentement, avec la population, et sans intervention perturbatrices des gouvernements ou des groupements. Lentement mais sûrement, telle aurait pu être alors la devise du progrès économique.

Au contraire de cela, la rationalisation d'après-guerre a eu pour conséquence brusque, en réduisant brutalement le nombre des travailleurs nécessaires pour obtenir une production donnée, en comprimant du jour au lendemain les investissements de capitaux nécessaires pour financer cette même production, de condamner à l'inaction une quantité rapidement croissante d'ouvriers et de capitaux. En fait, la rationalisation a abouti au chômage de la main-d'œuvre et des capitaux ; l'expérience nous prouve donc manifestement qu'on en a abusé.

Si la rationalisation a pu être présentée, à un moment donné, comme un procédé merveilleux, capable de faire régner l'âge d'or sur la terre, c'est évidemment parce qu'on avait négligé d'en définir tous les aspects. On avait bien vu les avantages réels, immédiats, qu'elle procurait aux industries qui la pratiquaient, de même qu'au personnel et au capital qu'elles employaient. Mais on avait ignoré ou négligé le sort des ouvriers et des capitaux qu'elle mettait forcément hors du circuit économique. Or, la rapidité, l'intensité et l'étendue mêmes de la rationalisation ne permettaient pas de les réintégrer avant longtemps dans ce circuit. Encore une fois, si l'abus du crédit n'avait pas fourni par anticipation, au moment où se réalisèrent les fusions commandées par la rationalisation, les immenses capitaux requis par les combinaisons d'intérêts auxquelles elles donnèrent lieu, la rationalisation aurait été contenue dans les limites permises par une économie normale ; on n'aurait pas eu à constater sa faillite et à déplorer ses excès.

Cette situation prouve combien il faut s'attacher à étudier les questions dans toutes leurs

conséquences, contrairement à ce qu'on a fait trop souvent dans la fièvre de la prospérité, et à ce qu'on fait encore volontiers dans l'angoisse de la crise actuelle. En balance avec les profits que la rationalisation peut apporter aux entreprises ou aux groupements qui la mettent en œuvre, nous devons toujours supputer les charges qu'elle impose à la collectivité par la stérilisation des capitaux et le chômage des travailleurs qu'elle entraîne inévitablement. Il est indispensable que les activités rationalisées contribuent, dans une juste mesure, à la rémunération de ces capitaux et à l'entretien de ces chômeurs. Faute de quoi, les avantages de la rationalisation sont acquis, en tout ou en partie, au détriment de l'intérêt général et peuvent ainsi n'être qu'illusoires. Une réglementation et un contrôle de la rationalisation s'imposent donc si on ne veut pas la voir créer ou aggraver le désordre économique.

VI. Surproduction.

Dans ce qui précède, nous avons rencontré diverses causes de surproduction : irrégularités météorologiques, exagération des prix de vente pour cause d'exagération des salaires et des prix de revient, excès de puissance productrice par l'abus du machinisme et de la rationalisation.

En réalité, il y a deux sortes de surproduction. Une surproduction absolue, qui dépend d'une limite naturelle de la consommation, et une surproduction relative, qui dépend d'une insuffisance du pouvoir d'achat chez le consommateur. C'est cette dernière qu'on désigne souvent sous le nom de sous-consommation. De la surproduction absolue relèvent surtout les denrées alimentaires de première nécessité et nombre de matières premières. Tous les produits peuvent donner lieu à la surproduction relative, mais ce sont les objets fabriqués et, parmi eux, les moins indispensables à l'existence, qui souffrent le plus vite de cette surproduction. Les irrégularités météorologiques peuvent causer aussi bien l'une que l'autre sorte de surproduction. Les abus du machinisme et de la rationalisation sont les principaux responsables de la surproduction absolue, l'exagération des prix de vente porte, au contraire, la plus forte responsabilité dans la production relative.

La politique des hauts salaires a été préconisée comme un excellent remède contre la surproduction parce qu'ils accroissent le pouvoir d'achat des salariés qui en bénéficient. Mais cela n'est vrai que si les bénéficiaires des hauts salaires sont en nombre restreint. A mesure que leur nombre grandit, l'avantage relatif des bénéficiaires diminue, à cause de l'augmentation généralisée des prix de vente sous l'influence de la hausse systématique des salaires, dans toute la mesure où l'amélioration des salaires n'est pas justifiée par une amélioration correspondante du rendement. En cas de crise, les hauts salaires ne peuvent plus être maintenus.

Si bas qu'on puisse ramener les prix de vente, il est bien évident que les consommations les plus importantes ne sauraient dépasser certains maxima en rapport avec l'importance et les coutumes de la population. Les Français, par exemple, ne sauraient raisonnablement pas manger du pain ni boire du vin sans limites. Si on arrivait à reculer ces limites, ce serait d'ailleurs au détriment de la consommation d'autres aliments ou d'autres boissons ; en cas de surproduction, cela déplacerait le problème, mais ne le résoudrait pas.

La plupart des autres consommations sont plus élastiques. Les vêtements peuvent être utilisés plus ou moins longtemps suivant qu'ils sont plus ou moins chers ou qu'on dispose de plus ou moins de ressources pour le renouveler. Des accommodements analogues sont possibles pour bien des aliments dont la nécessité n'est pas absolue ou qui peuvent être remplacés par des aliments moins coûteux. La consommation peut être restreinte autant qu'il est nécessaire, ou même complètement supprimée, suivant les fluctuations des ressources, pour de nombreux produits ou objets, notamment pour tous ceux qui caractérisent le confort, le luxe et le superflu.

On allègue souvent qu'il n'y a pas de surproduction réelle et que si les Brésiliens se voient conduits à détruire leur café, ou les Américains à stocker leur coton, c'est que des consommateurs latents manquent des moyens nécessaires pour l'acquérir, par exemple les Etats de l'Europe centrale encombrés de leurs céréales ou les Egyptiens de leur sucre. Les échanges qu'exigerait la liquidation de telles situations sont bien contrariés par les systèmes d'économie dirigée ou fermée, qui prévalent aujourd'hui presque partout. Il ne faut d'ailleurs pas négliger les difficultés que présentent souvent, pour des compensations entre pays aussi éloignés, la mise en œuvre et le paiement des manutentions et des transports qu'elles nécessitent. Et il ne semble pas que ces transactions puissent s'équilibrer en dehors du libre jeu de l'offre et de la demande, seul capable d'assigner son juste prix à chaque produit ; mais ceci implique précisément la renonciation à toutes les interventions abusives sur les salaires, les prix de vente, la production, la circulation et la monnaie, qui ont abouti à l'accumulation du blé dans l'Europe Centrale, du sucre en Egypte, du café au Brésil et du coton aux Etats-Unis.

Le remède le plus généralement préconisé contre la surproduction, c'est l'ajustement de la

production avec la consommation. Il semble purement utopique, car, d'une part, la production des denrées les plus importantes, produits alimentaires et matières textiles, destinées à assurer la nourriture et le vêtement, qui absorbent les deux tiers des salaires. sont sous la dépendance prépondérante des phénomènes atmosphériques, sur lesquels l'homme n'a pas d'action ; on la voit donc varier d'une année à la suivante, dans des proportions excessives et imprévisibles, quelles qu'aient pu être les précautions des producteurs pour s'assurer des récoltes conformes à leurs besoins ou avec leurs convenances. Ces différences s'atténuent sensiblement quand on considère le marché mondial, au lieu de s'en tenir à une seule région ou à un seul pays. Mais pour que ces atténuations produisent leurs effets il ne faudrait pas que les barrières douanières paralysent les courants naturels des échanges, comme elles le font en ce moment. Pratiquement, il est donc impossible de régler les productions agricoles, soit en quantités soit en prix.

Il est plus facile de régler les productions industrielles en quantité, moyennant une entente préalable des producteurs. La fixation de leurs prix apparaît comme impossible, parce que ces prix consistent en salaires destinés à solder, pour les deux tiers, ou pour les trois-quarts, des denrées agricoles dont les prix ne peuvent être stabilisés.

A l'égard des consommations, la consommation théorique des principales denrées alimentaires peut être évaluée assez exactement. Il n'en est pas de même des autres consommations de produits agricoles, ni des consommations de produits industriels, ni surtout des productions artistiques ou littéraires. D'innombrables facteurs, dont certains impondérables, au premier rang desquels vient la situation agricole, mais qui comprennent des influences psychologiques, sociales, politiques, diplomatiques, économiques et financières, déterminent la consommation de ces produits. En régler les quantités aussi bien que les prix semble nettement au-dessus des forces humaines.

Ainsi, pour les productions agricoles, l'homme est plus à même d'agir sur leur consommation que sur leur production ; c'est l'inverse pour les produits industriels. Mais, au total, il n'y a guère de produits, surtout parmi les plus importants, pour lesquels l'homme puisse régler à la fois la production et la consommation. L'ajustement systématique de la production et de la consommation n'est donc qu'une conception chimérique, en dehors de quelques rares produits et de quelques circonstances exceptionnelles. Si, par impossible, il pouvait être obtenu et généralisé, il aurait pour conséquence la plus certaine la stabilisation des productions et des prix, qui entraînerait elle-même la mort des initiatives et des progrès économiques, dont l'efficacité se mesure précisément aux accroissements des biens mis à la disposition des consommateurs pour des prix moins élevés.

Mais ces progrès ne sont réalisables que dans la plus large liberté économique : liberté de production, de circulation et de cotation des marchandises, au premier rang desquelles l'or, liberté de consommation. Dans ce régime de liberté, la fluctuation spontanée des prix, aussi bien de la main-d'œuvre que des marchandises, apparaît comme le régulateur les mieux approprié de la production et le remède le plus sûr contre la surproduction. Il facilite l'action des initiatives individuelles, car celles-ci, dès qu'elles ne peuvent plus compter sur des soutiens artificiels, ne s'obstinent pas dans des cultures ou dans des industries déficitaires. Il s'oppose à la prolongation et à la généralisation des crises, car il ne permet pas la consolidation simultanée des hauts prix ; chaque activité évoluant pour son propre compte suivant son rythme particulier, il n'est pas possible qu'une crise affecte en même temps à peu près tous les pays et tous les produits, comme nous le voyons aujourd'hui. Il favorise les échanges de main-d'œuvre entre cultures, industries et pays différents, puisqu'ils ne sont pas en crise simultanément, et se présente ainsi comme un puissant antidote du chômage généralisé.

VIII. Conclusions.

Nous avons suivi le courant qui, parti des erreurs sur la nature et sur l'importance fondamentale du salaire dans le mouvement économique, continue par l'exagération des prix de revient, par les abus du machinisme et de la rationalisation pour aboutir à la surproduction et au chômage. Cet enchaînement de causes et de conséquences techniques est un des plus importants parmi ceux qui caractérisent la crise actuelle. Chemin faisant, nous avons eu l'occasion de constater combien ses effets ont été amplifiés par d'autres erreurs, capitales qui se sont développées parallèlement à lui, comme l'abus du crédit et de l'économie dirigée.

La transformation économique du monde, grâce aux merveilleuses applications de la science, a donné aux phénomènes économiques une importance qu'on ne soupçonnait pas il y a vingt ans et qui, sur bien des points, est devenue prépondérante. Mais ces phénomènes sont généralement méconnus, dans ce qu'ils ont de plus élémentaire et de plus inéluctable, par beaucoup de ceux qui sont appelés à les interpréter et à en tirer les conséquences. A plus forte raison sont-ils lettre morte pour la foule innombrable dont ils conditionnent cependant la vie

matérielle. En ce sens, on peut dire que la crise actuelle est surtout née de l'ignorance quasi universelle en matière d'économie rationnelle et appliquée.

Il conviendrait de lutter contre cette ignorance et répandre dans le plus grand nombre de milieux possible des notions saines, claires et pratiques sur le salaire, sur le prix de revient, sur les limites naturelles du machinisme, de la rationalisation et du crédit. Des définitions appropriées sur ces sujets à l'école primaire, des exemples concrets dans les enseignements primaire supérieur et secondaire pourraient remplacer avantageusement des matières d'un intérêt moins immédiat et d'une importance moins grande. Les citoyens, les électeurs acquérraient ainsi quelques clartés de ce qui ne représente, à l'heure actuelle et pour la plupart d'entre eux, que des mots. Mieux informés sur la véritable signification de ces mots, ils seraient sans doute plus sensibles à la réalité des choses et plus conscients des limites du possible. Ils accorderaient moins de créance aux inventeurs de chimères et aux assembleurs de nuées. Ils comprendraient qu'en matière économique, comme en matière politique ou sociale, la liberté des uns finit où commence celle des autres, et que rien ne peut se fonder, de durable et de légitime, en dehors de la liberté ainsi définie et comprise. Ce qui implique la faculté de produire, de vendre et de consommer aux prix spontanément issus du libre jeu de l'offre et de la demande. Tel est le principe fondamental dont la stricte observation nous aurait évité la crise formidable dont nous sommes victimes et dont la restauration progressive peut seule nous acheminer vers une nouvelle période d'équilibre économique et social.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Décembre 1932).

Théorie des groupes. M. *Herman Auerbach* montre que tout groupe de substitutions linéaires à coefficients bornés laisse invariante une forme d'Hermite définie positive. Lorsque le groupe est réel, il admet une forme quadratique définie positive invariante. C'est la généralisation de théorèmes connus sur les groupes finis et les groupes de Lie clos. Il permet de démontrer une proposition de S. Mazur et S. Ulam d'après laquelle, si S est une surface convexe d'un espace E_n telle qu'il y ait une substitution linéaire conservant S et changeant un point G arbitraire en un point Q arbitraire, S est un ellipsoïde.

Théorie des fonctions. A l'aide du développement de la fonction $y=\left(\frac{1+\theta}{1+\theta}\right)^B$ (avec B=Ai ou A; A réel) M. *D. Belorizky* obtient des développements en séries de polynomes pour les fonctions sh $\frac{A\pi}{2}$, ch $\frac{A\pi}{2}$, e $\frac{A\pi}{2}$ et sin $\frac{A\pi}{2}$, cos $\frac{A\pi}{2}$; les premiers développements convergent pour toutes les valeurs réelles de A; les deux derniers, pour A réel et inférieur à 1 en valeur absolue.

Analyse. 1. M. *Maurice Gevrey* donne divers compléments à sa Note antérieure sur les systèmes d'équations du type parabolique; il calcule d'abord les fonctions s_k et γ_k, puis traite le problème général aux limites, non linéaire et montre que les résultats s'étendent au cas où les dérivées secondes sont remplacées par des lipschitziens itérés suivis d'un passage à la limite.

2. Les fonctions sphériques étudiées habituellement sont, bipolaires antipodes; or l'étude du problème des marées avec continents exige l'emploi de fonctions sphériques multipolaires à points singuliers non antipodes. M. *Marcel Brillouin* montre comment on peut former ces fonctions : on commence par construire les fonctions d'ordre o (qui se ramènent aux fonctions harmoniques), puis, par récurrence, les fonctions d'ordre entier n; et par une sorte de formule de récurrence intégrale, on peut former les fonctions d'ordre non entier.

3. Récemment M. Pompeiu a donné une extension intéressante du théorème de Rouché : cette extension faisait intervenir l'argument, et non plus le module, de $f(z) : g(z)$. M. *Paul Montel* rattache le fait au principe même de la démonstration de Rouché et donne d'autres extensions fondées, par exemple, sur le principe de la représentation conforme.

4. Les méthodes employées par M. *Georges Bourion* pour l'étude de la convergence des suites de sommes partielles tayloriennes permettent d'aborder le problème de l'ultraconvergence dans des cas très généraux. L'Auteur montre notamment que, s'il y a ultraconvergence, elle s'étend nécessairement à tous les points frontières du domaine de convergence qui sont des points ordinaires pour la fonction définie par la série; le phénomène d'ultra convergence des sommes est lié d'ailleurs à la loi de croissance du module maximum des sommes dans la région de divergence.

5. Dans un espace à un nombre fini de dimensions les définitions adoptées jusqu'ici entraînent les conséquences suivantes : la longueur d'un continu n'est pas inférieure à son diamètre, ni à la somme des longueurs d'un nombre fini de continus disjoints situés sur lui. Partant de là, M. *J. Favard* a montré que tout continu rectifiable ne contient aucun point de dimension >1 : c'est une ligne cantorienne (d'après Urysohn); toute ligne cantorienne rectifiable est un continu de Jordan, somme d'un nombre fini ou d'une infinité dénombrable d'arcs simples ayant, deux

à deux, au plus deux points communs. Ces résultats permettent de se limiter aux arcs simples de Jordan.

6. Appliquant le principe des rencontres de M. Volterra, M. *V.-A. Kostitzin* forme les équations différentielles qui régissent les oscillations de la teneur en charbon de l'atmosphère. Il met, notamment, en évidence les cas périodique et quasi-périodique.

7. Antérieurement, M. *Jules Drach* a montré comment on pouvait déterminer F (x, y) de manière que l'équation $y''=F(x, y)$ admette une intégrale première entière ou rationnelle en y'. Dans sa Note actuelle, il indique comment on doit choisir F (x, y) de manière que l'équation possède une intégrale première de la forme $A_0+\sum_{i=1}^{k} m_i \log (y'-\gamma_i)$ où les m_i sont des constantes données réelles ou complexes, tandis que A_0 et les γ_i sont des fonctions à déterminer : c'est la généralisation du premier problème. La solution varie suivant que $\Sigma m_i \neq 0$ ou $=0$; dans le premier cas, par exemple, une réduction canonique préalable, et l'emploi des variables d'Ampère ramènent le problème à l'intégration d'un système de Laplace dont l'Auteur indique la solution, à l'aide d'une quadrature.

8. M. *Georges Giraud* fait connaître une proposition générale qui permet d'affirmer la solubilité des problèmes non linéaires de Dirichlet dans certaines hypothèses de régularité, dès qu'on sait limiter l'inconnue et ses dérivées jusqu'au second ordre. Ces conditions se simplifient parfois; si les dérivées secondes figurent linéairement, il suffit de savoir borner les dérivées premières. Pour deux variables, ces résultats ont été obtenus par M. Serge Bernstein, à l'aide d'une méthode différente.

9. A toute fonction intégrable dans (o, a) M. Soula fait correspondre la suite $c_n = f_n\ (a)$ avec

$$f_n(x) = \int_0^x f_{n-1}(x)\,dx$$

La donnée des c_n détermine univoquement $f(x)$. L'Auteur montre l'intérêt de cette suite pour la résolution des équations intégrales de première espèce; puis il cherche les condit'ions nécessaires et suffisantes que doivent remplir de telles suites pour correspondre à une fonction bornée ou de carré sommable.

10. M. *Juljusz Schauder* donne une méthode qui, pour des valeurs au contour suffisamment régulières, conduit rapidement aux théorèmes d'existence concernant les solutions des équations elliptiques; elle fournit, en outre, des bornes précises pour les solutions. La méthode ne repose pas sur la théorie des solutions fondamentales, ni sur les potentiels généralisés; elle utilise seulement les théorèmes analogues relatifs au potentiel newtonien et la première partie d'un Mémoire récent de M. Hopf.

Géométrie algébrique. M. *Bertrand Gambier* recherche dans quelle mesure les points communs à deux courbes algébriques peuvent se confondre et il donne toute une suite de résultats à ce sujet. Par exemple, un point commun à deux C_4 peut compter pour n points ($n=1, \ldots 16$, mais $n \neq 14$ et 15).

Géométrie. 1. M. *Jacques Devisme* envisage un espace quasi-euclidien où $ds^3 = dx^3 + dy^3 + dz^3 - 3\,dx\,dy\,dz$; il en étudie diverses propriétés géométriques en relation avec un travail antérieur de Paul Appell. Il montre alors que l'équation de M. P. Humbert signifie qu'un champ de tourbillons reste champ de tourbillons quand on lui fait subir une rotation orthogonale au sens d'Appell.

2. Appliquant aux courbes minima la méthode de M. Cartan, M. Lalan considère le pseudo-arc, introduit par application de la méthode, et il étudie les transformations asymptotiques de ces courbes : ces transformations conservent le pseudo-arc, ce qui permet de définir le trièdre intrinsèque et la pseudo-courbure.

Géométrie infinitésimale. M. *Paul Vincensini* détermine explicitement les congruences de cercles dont tous les points focaux sont rejetés à l'infini. Le problème dépend de la solution d'une équation linéaire elliptique dont M. Gambier a déterminé explicitement l'intégrale.

Hydrodynamique. Les phénomènes de turbulence locale peuvent être pratiquement négligés quand la viscosité est faible, la paroi très lisse et les vitesses élevées : ce sont les conditions où se place M. *Maurice Golaz* pour étudier les mouvements parallèles à un plan au sein d'un liquide légèrement visqueux. Il montre, notamment, que dans ce cas, le liquide se comporte le long d'une ligne de courant comme un liquide parfait. Les courbes d'égale inclinaison des vitesses paraissent devoir jouer un rôle important en pratique.

Elasticité. M. *Carl A. Garabedian* donne les formules de la plaque rectangulaire épaisse chargée uniformément dont deux bords parallèles sont toujours posés, les autres pouvant être posés, encastrés ou libres : le problème comprend donc six cas différents, qui généralisent ceux de la Thèse de M. Estanave.

Mécanique quantique. Comme le montre M. *Jean-Louis Destouches* la mécanique ondulatoire de l'espace (ψ) est identique à la mécanique ponctuelle, la superquantification restreignant seulement les mouvements possibles; il est très utile d'ailleurs d'adopter comme espace de Dirac un espace vectoriel complet de Fréchet; enfin, le principe de superquantification de Dirac ne peut être adopté qu'en vertu de quatre théorèmes formulés par l'Auteur.

Physique mathématique. 1. M. *Rolin Wavre* établit que le potentiel newtonien extérieur d'un corps homogène limité uniquement par des surfaces planes ou sphériques est une branche d'une fonction harmonique multiforme, Ψ. Cette dernière admet une infinité de déterminations qui s'échangent entre elles quand on décrit des lacets autour des arêtes du corps. Partout ailleurs, dans l'espace réel, Ψ n'admet que des singularités polaires. Le potentiel intérieur possède les mêmes polydromies.

2. M. *Th. de Donder* montre comment on peut décomposer en carrés, puis linéariser un ds^2 quelconque. Il applique ses résultats à l'espace einsteinien.

René Garnier.

Radiométallographie

Radiométallographie au moyen des rayons gamma des corps radioactifs. — Sous le nom de radiométallographie, on désigne l'examen des objets métalliques pratiqué au moyen de rayons pénétrants. Cet examen permet d'étudier la structure interne des pièces métalliques sans qu'il soit besoin d'effectuer sur elles aucun prélèvement, ni aucune transformation, d'où l'intérêt pratique qu'il présente pour les applications.

Le plus souvent la radiométallographie est effectuée au moyen de rayons X très pénétrants. Ces rayons sont produits par des ampoules du type Coolidge susceptibles de fournir des rayons de très courte longueur d'onde et fonctionnant par suite sous des tensions très élevées, atteignant jusqu'à 400.000 volts; on peut également employer des tubes métalliques qui permettent une protection plus efficace contre la haute tension, par mise à la terre de la partie centrale du tube. Avec un tel appareillage on prend, en une fraction de seconde, la radiographie d'un objet métallique de dimensions importantes, par exemple d'un moteur à carcasse de fonte. Tou-

tefois, l'examen des pièces de grandes dimensions nécessite un laboratoire très vaste et pourvu d'une installation électrique importante comportant des transformateurs de grande puissance.

On peut obtenir des radiographies analogues en substituant aux rayons X les rayons γ émis par une substance radioactive. L'appareillage se réduit à une ampoule contenant la substance radio-active, à un châssis porte-film et à quelques écrans de renforcement constitués par des feuilles de plomb de 0,2 mm. d'épaisseur. Le principal inconvénient de cette méthode est qu'elle nécessite des quantités relativement importantes de substance radioactive : pour l'obtention de bonnes images avec une pose de 15 heures au travers d'une épaisseur de fer de 10 cm., 250 mg. de radium sont nécessaires; il en faut près de 2 grammes lorsque l'épaisseur atteint 15 cm. Pratiquement, pour radiographier les pièces courantes de fonderie, il faudrait mettre en œuvre des quantités de radium comprises entre 200 mg. et 1 g. On pourrait substituer au radium son émanation, c'est-à-dire le radon, mais alors les temps de pose à mettre en œuvre seraient plus élevés, et de plus la vie très courte de cette substance ne se prêterait guère à son transport à grande distance; toutefois l'emploi du radon serait à recommander lorsqu'on pourrait craindre au cours de la manipulation la perte ou la détérioration de l'échantillon de radium.

Dans l'étude à laquelle nous empruntons les données de cette note, M. Holweck (*Bulletin de la Société des Ingénieurs-Soudeurs*, mars-avril 1932) signale qu'au moyen des rayons γ on peut déceler une soufflure de 3 mm. dans une pièce de 10 cm. En pratique, indique l'auteur, il ne serait pas nécessaire aux industriels ayant à examiner des pièces d'acquérir la quantité de radium nécessaire à l'exécution des radiographies. Les frais se réduiraient à la location et à l'assurance de la substance. Si ce mode d'examen se développait, il serait d'ailleurs opportun de créer un organisme central fournissant du radium destiné à cet usage. A. Bc.

Photographie

Sensibilisation des plaques photographiques pour les radiations ultraviolettes. — MM. J. et J.-F. Thovert (Société française de physique, section de Lyon, 19 novembre 1932) ont indiqué que parmi les corps fluorescents susceptibles de rendre les plaques photographiques sensibles à l'action des rayons ultraviolets, l'un des plus actifs et des plus commodes à employer est l'acide salicylique. Il suffit pour cela d'immerger la plaque photographique dans une solution alcoolique d'acide salicylique ou d'un salicylate alcalin et de la laisser sécher à l'air quelques minutes avant son emploi; on peut d'ailleurs conserver les plaques préparées à l'avance, la couche salicylée abandonnée par l'évaporation de l'alcool étant très adhérente même sur le verre nu. Après exposition la plaque peut être introduite directement dans le bain révélateur sans qu'aucun rinçage préalable, ni aucune précaution spéciale soient nécessaires, l'acide salicylique, pas plus que les salicylates alcalins ne gênant les propriétés des révélateurs usuels. C'est donc, indiquent les auteurs, « la technique la plus simple qui se puisse concevoir; les clichés obtenus, sans tache ni voile, sont d'une pureté absolue et les images semblent bien conserver toute leur netteté. » J. B.

Géographie

Expéditions récentes vers le Pôle Sud. — Sur les cartes de l'Antarctique, il restait, jusqu'à ces dernières années, une grande région inconnue sur plus de 100 degrés de longitude, entre la Terre Guillaume II à l'Est et la Terre Coats à l'Ouest. Seuls figuraient les contours très imprécis de la Terre Enderby, vue par Biscoe en 1831 par 66°S et 50°E, et de la Terre aperçue par Kemp en 1833.

Ce problème tenta le célèbre explorateur anglais Shackleton : en 1921 il organisa une expédition qui avait pour but principal de revoir ces terres si peu connues. Malheureusement Shackleton mourut ssubitement à l'île Géorgie. Son navire, le *Quest*, sous le commandement de Wild, atteignit, en 1922, la latitude de 69°18' par 17°E sans voir de terre.

En trois ans, de 1928 à 1931, le voile qui recouvrait tout ce secteur antarctique fut levé : cette région qui, pendant près d'un siècle, avait déjoué toutes les tentatives, fut aperçue et cartographiée par plusieurs explorateurs.

En 1927, le Norvégien Lars Christensen organisa une série de voyages dans l'océan Antarctique en vue surtout de développer la chasse à la baleine : il affréta dans ce but un navire de recherches spécial, le *Norvégia*. L'aviateur Riiser-Larsen déjà célèbre par plusieurs vols dans l'Arctique, lui donna son concours. Pendant ces voyages d'intérêt à la fois économique et scientifique, il n'était pas question de passer l'hiver dans les glaces, mais de simples croisières d'été.

En 1927-1928, une première croisière eut lieu dans les environs de l'île Bouvet. L'année suivante, l'île Pierre Ier, découverte par Bellingshausen en 1821, aperçue par Charcot dans la brume en 1910, et marquée jusqu'alors d'une façon assez vague sur les cartes, fut cartographiée et explorée : c'est une petite île conique dont le point culminant, le mont Lars Christensen, atteint 1.280 mètres. En 1929-1930, le *Norvégia* retrouva la Terre Enderby et découvrit la Terre Princess Martha, qui se rejoint à la Terre Coats. Comme la plupart des terres antarctiques, ce sont des terres couvertes d'une vaste calotte de glace qui monte en pente douce vers l'intérieur et d'où émergent des sommets rocheux dont l'altitude, à la Terre Enderby, dépasse 3.000 mètres. Riiser-Larsen réussit à débarquer sur ces terres et à en prendre possession au nom de la Norvège — ce qui n'empêcha pas l'Angleterre de se les annexer.

En 1930-1931 toute une flotte de baleiniers opère avec le *Norvégia* dans les hautes latitudes. Le *Norvégia* fait tout le tour de l'océan Austral en mesurant très souvent la profondeur de la mer à l'aide d'un sondeur par le son, découvre ainsi de multiples accidents du relief sous-marin, explore soigneusement les parages où d'anciens navigateurs avaient signalé des îles qui ne sont d'ailleurs pas retrouvées, et complète ensuite sa carte précédente de la Terre Enderby et des terres voisines, toujours avec l'aide de l'aviateur Riiser-Larsen. Les baleiniers *Antarctic*, *Thorshawn*, *Bouvet*, côtoient de leur côté, dans cette saison exceptionnelle, des suites de rivages inconnus. Dans la Terre Lars Christensen, située entre la Terre Kemp et la Terre Guillaume II, le *Thorshawn* découvre deux volcans en activité, les Sjovold Peaks. Au bout de quatre ans, le *Norvégia* rentra en Norvège, après avoir parcouru 50.000 milles et apporté une très importante contribution à notre connaissance de l'Antarctique.

L'explorateur Douglas Mawson n'était pas, de son côté, resté inactif. En 1929, il organisa la British, Australian, New Zealand, Antarctic Research Expedition, qu'on désigne par abréviation la B. A. N. Z. A. R. E. Sur l'ancien navire du capitaine Scott, la *Discovery*, commandée par le capitaine Davis, il entreprit une croisière d'été dans le secteur antarctique de l'océan Indien. Parti du cap de

Bonne-Espérance, il passa par les îles Crozet et Kerguelen, et se dirigea vers le continnt antarctique à l'Ouest de la Terre Guillaume II. L'état des glaces ne permit pas toujours au navire de s'approcher de la côte, mais grâce à l'avion dont il était muni, Mawson put reconnaître la terre, et même, le 13 janvier 1930, il débarqua sur une petite île voisine de la Terre Enderby. Il revint en Australie en continuant ses recherches océanographiques.

L'année suivante, toujours avec la *Discovery*, que commandait cette fois Michelsen, il longea la plupart des terres qui s'étendent entre la Terre Victoria et la Terre Enderby ; il constata que l'état des glaciers qui s'avancent au large était bien différent de celui qu'il avait observé en 1911 ; il releva les terres que les Norvégiens avaient déjà aperçues et en précisa la nature géologique ainsi que la carte.

Le tracé du rivage du continent antarctique est donc, dans ce secteur, à peu près continu, sans lacune importante : en allant de l'Est à l'Ouest, à partir de la Terre Oates, on longe successivement, d'après la carte de Mawson, les terres suivantes : George V, Adélie, Wilkes, Banzare, Sabrina, Queen Mary, Guillaume II, Princess Elisabeth, Mac Robertson, Kemp, Enderby, Queen Maud, Princess Ragnhild, Princess Martha, Coats. Les Norvégiens appellent Terre Lars Christensen la Terre Mac Robertson. Les nombreux sondages ont permis de tracer avec précision la limite du plateau continental, toujours très abrupt, comme sur tous les abords du continent antarctique, et une carte bathymétrique assez complète de l'océan Austral.

Depuis 1929, la *Discovery II*, construite spécialement pour les recherches océanographiques, a aussi effectué de fructueuses campagnes dans l'Antarctique sous le commandement de W. J. Carey et du Dr Stanley Kemp. Après une étude des variations rapides de la température et de la salinité de la mer en surface et en profondeur, les cartes de la Géorgie du Sud, des îles Sandwich et des Orcades, furent complétées. Auprès des îles Sandwich une profondeur de plus de 8.000 mètres a été mesurée. Pendant l'été de 1930-1931, dans le secteur de l'Antarctide Américaine, d'intéressantes rectifications ont été apportées à la carte, dressée au cours de l'expédition Charcot, des Shetlands du Sud et de la côte de la Terre de Graham au voisinage des îles Biscoe. Ni à l'Ouest de la Terre Alexandre Ier, ni entre la Terre Alexandre et l'île Adélaïde, la *Discovery II* ne réussit à s'avancer plus loin que ne l'avait fait, en 1909, le *Pourquoi-Pas?*

A l'heure actuelle, la *Discovery* II continue sa campagne de recherches dans l'océan Austral.

J. Rouch.

Histoire des Sciences

Correspondance du P. Marin Mersenne. — Le tome I de la Correspondance du P. Marin Mersenne paraît actuellement chez l'éditeur Gabriel Beauchesne et ses fils, 117, rue de Rennes, tiré sous les presses de Fimin-Didot.

L'apparition de cet ouvrage est un événement scientifique et littéraire. Nul savant ou érudit ne pourra s'occuper désormais d'histoire des sciences sans y puiser, étant donné l'intérêt fondamental de cette correspondance pour l'histoire du mouvement intellectuel du XVIIe siècle en général, ainsi que pour nombre d'autres questions qui se rattachent à cette époque, langue, mœurs, etc., et qui s'y trouvent élucidées. Mersenne fut le véritable initiateur et, pendant un quart de siècle, le propagateur des études scientifiques en France et dans toute l'Europe. Il n'est pas un savant, dans la période comprise entre 1625 et 1648, qui n'ait eu recours à ses lumières, à ses encouragements et à ses conseils. Son nom se rencontre presque à chaque page des lettres de Descartes dont il se fit l'auxiliaire; on peut même ajouter qu'il fut le serviteur dévoué de la pensée cartésienne.

La publication de la Correspondance de Mersenne fut un des plus chers projets de Paul Tannery. Mme Tannery en poursuit la réalisation avec une patiente obstination, inspirée par le culte profond qu'elle garde à la mémoire de son mari; elle est secondée dans cette tâche par l'admirable dévouement scientifique du Professeur Cornélis de Waard.

C'est par régions que Tannery se proposait de donner l'édition complète de cette correspondance : *Ces lettres*, disait-il, *touchent tous les sujets et sont aussi intéressantes pour l'histoire en général que pour celle des sciences.* Dans ce dessein il avait réuni au cours des éditions de Fermat et Descartes un ensemble considérable de documents sur les savants locaux, *car un seul indice dans une pièce qui peut sembler sans grande importance peut remettre un autre chercheur sur la voie d'une découverte.* Une mort prématurée empêcha Tannery de réaliser son projet; il ne pouvait être repris sur un aussi vaste plan par les éditeurs actuels qui se sont bornés à suivre l'ordre chronologique.

L'édition de la Correspondance de Mersenne réunira une douzaine de volumes comportant en plus des trois énormes in-folios du Département des Manuscrits de la Bibliothèque Nationale, tout ce qu'il a été possible de retrouver par ailleurs; les recherches s'étendant particulièrement en Angleterre et en Italie.

Pour se conformer à la pensée de Tannery, M. le Professeur Cornélis de Waard a donné des notes explicatives et de nombreux extraits des œuvres imprimées de Mersenne. Dans le dernier volume il joindra à l'index alphabétique et à l'aperçu historique des sources utilisées, des notices biographiques et des tables pour chaque correspondant.

J. B.

SCIENCES APPLIQUEES

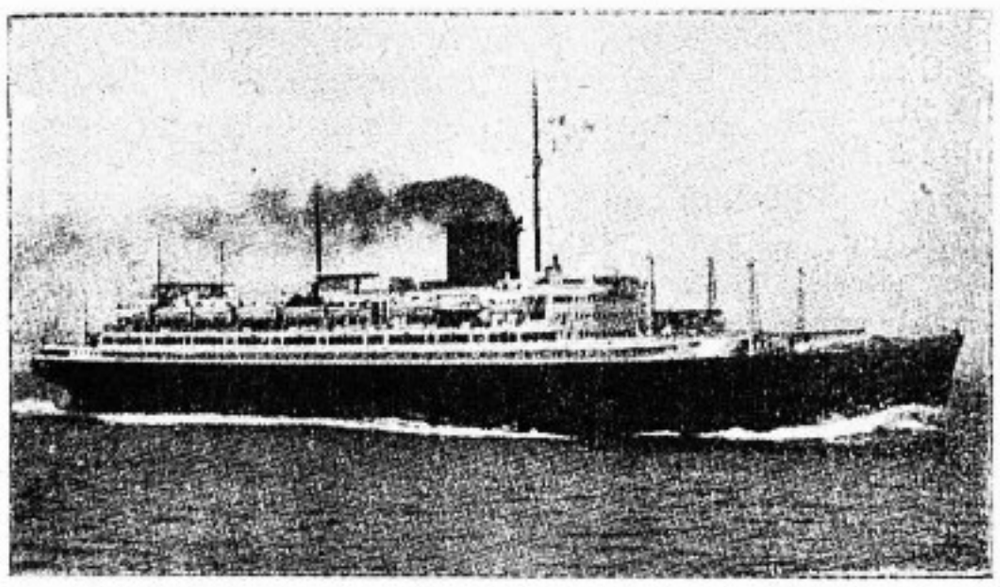
Génie maritime

Le « Champlain ». — Bien que ne s'imposant pas à la curiosité publique par l'énormité de ses dimensions ni par l'intention délibérée de battre aucun record, le *Champlain* ne mérite pas moins de retenir un instant l'attention de tous ceux qui s'intéressent au développement de notre flotte de commerce. Mis en service vers le milieu de l'année 1932 sur la ligne de New-York de la Cie Générale Transatlantique, ce paquebot prend place parmi les constructions les mieux réussies des chantiers français dans la période récente. Aussi bien, la description succincte de ses caractéristiques me fournira-t-elle l'occasion de préciser quelques notions sur les types de navires qui sont

usités dans la navigation transatlantique et de dissiper les confusions qui sont fréquemment commises sur ce sujet.

Le *Champlain*, construit par la Sté des Chantiers et Ateliers de Saint-Nazaire-Penhoët, reproduit, à peu de différence près, les données générales du *Lafayette*, antérieur de deux années. Les dimensions principales sont les suivantes : longueur totale 195 m. 70; largeur au fort 25 m. 25; tirant d'eau moyen en charge 9 m. 25, correspondant au déplacement de 28 627 tonnes. La jauge brute est d'environ 28 000 tonneaux; le port en lourd (avec marchandises) de 14 000 tonnes. La puissance motrice théorique est d'environ 24 000 CV, développée par des turbines; la vitesse de route étant de 13 nœuds.

Le *Champlain*, dont l'équipage comprend 575 personnes, transporte 999 passagers, répartis de la façon suivante : 548 dits passagers de cabine, 317 dits touristes et 134 en troisième simple. Aux expressions près, il s'agit de la division habituelle en trois classes, bien que le paquebot appartienne à une catégorie désignée encore sous l'appellation de « à classe unique ». En réalité, cette dernière catégorie, qui date seulement des années postérieures à la guerre, a pratiquement cessé d'exister, le principe d'une



Le Transatlantique « Le Champlain »

classe unique, adopté alors pour quelques paquebots ayant reçu des atténuations successives qui ont fini par en rendre le sens tout illusoire. Le *Champlain* appartient, plus précisément, à un type de paquebot dont l'origine remonte assez loin dans l'histoire de la navigation transatlantique et que l'on pourrait qualifier proprement de paquebot de demi-luxe à vitesse moyenne, à condition bien entendu de donner encore à ces désignations le sens relatif qui leur convient.

On sait que la traversée d'Europe à New-York a constitué, dès l'origine des grandes compagnies, une sorte de champ clos, réservé aux grands records de vitesse, chaque nouveau navire mis en service utilisant à cet effet les derniers progrès de la technique. Tout fut d'abord pour le mieux dans cette émulation sans cesse entretenue, jusqu'au jour où celle-ci se transforma en une concurrence devenue vite âpre et ruineuse. Dès lors, les entreprises furent conduites à envisager le dédoublement de leurs services de passagers, en cherchant à compenser les conditions plus hasardeuses de l'exploitation des unités à grande vitesse par l'utilisation de navires à rendement plus sûr et à vitesse sensiblement moindre.

Ces unités « économiques » furent d'abord des paquebots mixtes, de 14 à 15 nœuds, qui transportaient non seulement un nombre considérable d'émigrants et un contingent assez notable de passagers de cabine, mais encore une cargaison de marchandises pouvant atteindre jusqu'à 40 % du déplacement.

Cette conception vint même réagir un moment sur celle du paquebot rapide : la compagnie anglaise *White-Star* mettait en service en 1899 l'*Oceanic*, paquebot de dimensions considérables pour l'époque, qui, tout en demeurant une unité de luxe, ne réalisait que 19 nœuds, au lieu des 20 et 21 réalisés par les autres paquebots rapides contemporains. Par la suite, la concurrence à la vitesse ne fit que s'accentuer et la catégorie des paquebots à allure réduite connut une faveur sans cesse grandissante. On aboutit ainsi à la construction d'excellents paquebots proprement dits, qui, sans constituer des navires de grand luxe, présentent cependant des conditions de bien-être et de confort de nature à satisfaire toutes les exigences raisonnables. Par contre, la réalisation d'une vitesse moyenne, à la vérité plus élevée que les vitesses usitées dans les autres services de la marine marchande, assure des conditions d'exploitation plus exemptes d'aléa.

C'est ainsi que, tandis que la vitesse des grandes unités rapides s'élevait graduellement à l'ordre de 22 à 23 nœuds, ce qui correspondait pour la traversée Cherbourg-New-York à une durée d'environ six jours, les paquebots de la seconde catégorie effectuaient le même voyage à 17 nœuds en moyenne, soit en une durée de huit à neuf jours. Le maximum de vitesse-record, élevé d'abord à 25 et 26 nœuds avec la *Mauretania*, a été porté par le *Bremen* à 27 nœuds, ce qui réduit la traversée à cinq jours. Dans une proportion naturellement moins sensible, l'allure des paquebots à vitesse moyenne a été elle-même influencée par cette progression. Les plus récents, le *Champlain* en particulier, réalisent 19 nœuds, ce qui ramène la durée du voyage à sept jours. D'autre part, les déplacements demeurent dans l'ordre de 25 à 30 000 tonnes, alors qu'ils ont atteint celui de 50 à 65 000 pour les unités de luxe.

On conçoit que ce passage de 17 à 19 nœuds améliore très sensiblement la valeur des nouvelles unités; d'autant plus que le supplément de puissance qu'il a demandé n'a rien d'excessif en lui-même. Alors que les paquebots type *Bremen* développent 120 000 CV (la *Normandie* en doit développer 160 000), la puissance du *Champlain*, bien qu'elle dépasse celle du *Lafayette*, qui est de 18 000 CV, n'atteint que 24 000 CV. Les puissances effectives réalisées aux essais ont été respectivement, pour les deux navires, de 18 300 et de 25 722 CV. Ces chiffres mettent en évidence le coût des grandes vitesses; je rappellerai encore à ce sujet, que les machines de la *Mauretania*, alors que la vitesse de 18 nœuds correspond à 22 000 CV, doivent en développer plus de 90.000 pour réaliser l'allure maxima de 26 à 27 nœuds.

On s'explique, par là même, combien la concurrence à la vitesse est ruineuse; c'est pourquoi les compagnies se sont efforcées, dans toute la mesure du possible, de transporter la rivalité sur le terrain du luxe, assurément bien moins onéreux pour elles. Mais cela a abouti à ouvrir la porte à d'autres abus qui sont plus redoutables encore. Les incendies récents ont attiré, malheureusement au prix de trop de vies humaines, l'attention sur ce point et un courant de réformes paraît s'annoncer déjà, en vue de revenir à des conceptions plus raisonnables. C'est pourquoi, d'ailleurs, les navires à luxe réduit, comme le *Lafayette* et le *Champlain*, acquièrent un intérêt d'actualité indiscutable.

Alors que le *Lafayette* était propulsé par des moteurs Diesel, on a préféré pour le *Champlain* les turbines à en-

grenage; les chaudières, à 18 kgs et 350°, sont du même type que celles de la *Normandie*.

Rien n'a été négligé, par ailleurs, pour assurer le confort et la sécurité. Le type même du navire rend plus efficaces les mesures prises en faveur de celle-ci, en écartant la part de danger inhérente à la réalisation de très grands espaces libres et de décorations trop somptueuses.

LOUIS BASSO.

Mécanique appliquée

Quelques progrès de la locomotive à vapeur. — *L'échappement.* — C'est, sur toutes les locomotives, un dispositif classique d'éjecteur à vapeur d'un rendement déplorable, puisqu'il absorbe 150 chevaux. La vapeur sort par une tuyère dans la boîte à fumée, entraîne, par un mécanisme très mal connu, les gaz qui s'y trouvent, puis dans la partie divergente de la cheminée perd de la vitesse avec augmentation de pression et s'évacue violemment au dehors.

Des expériences récentes ont montré qu'il y avait intérêt à diviser les jets de vapeur et à provoquer l'aspiration à plusieurs niveaux sur le trajet tuyère cheminée, par interposition de cônes, appelés « petticoats ».

L'évolution de l'échappement est d'accord avec ces résultats. La tuyère, formée de deux plans que l'on pinçait plus ou moins, a été constituée ensuite par un tuyau conique à orifice annulaire réglable (Nord). L'échappement à trèfle (P.-L.-M.), avec trois jets de vapeur, et dernièrement le Kylälä, comportant une tuyère conique surmontée de deux petticoats dont la section a la forme d'un trèfle à quatre feuilles, ont donné d'excellents résultats. En associant en parallèle deux échappement de type quelconque, on améliore beaucoup le rendement (P.-O. 241 C. P.-L.-M. ; Etat belge). L'étude de la dépression produite dans la boîte à fumée en fonction de la pression de la vapeur dans la tuyère (contre-pression du cylindre) permet de voir comment fonctionnent les divers échappements.

Il faudrait pouvoir non seulement augmenter le rendement mais aussi la souplesse de l'échappement, c'est-à-dire pouvoir faire varier le tirage, sans modifier la contre-pression du cylindre de façon appréciable.

Le réchauffage de l'eau d'alimentation. — Ce dernier perfectionnement permet une économie supérieure, en général, à 10 %. Les réchauffeurs employés, très variés, peuvent se classer en injecteurs à vapeur d'échappement et en réchauffeurs à pompes.

Tous les *injecteurs* reposent sur le principe du « Giffard », c'est-à-dire sur la condensation brusque de la vapeur par l'eau venant du tender. Ils sont constitués par une série de deux cônes de mélange où l'eau est aspirée et réchauffée ; à la sortie de chaque cône le jet reçoit un appoint de vapeur qui lui communique une nouvelle vitesse. A la sortie de l'injecteur la pression est nettement plus élevée qu'à l'échappement. Néanmoins il est nécessaire, en général, de faire appel à un petit apport de vapeur vive.

Ces appareils très robustes et bon marché équipent actuellement plus de 20.000 locomotives. Les différents types : Friedmann, Sellers, Davies et Metcalfe, etc..., ne diffèrent que par des détails de construction. Mais la difficulté et les limites étroites du réglage des injecteurs qui, d'autre part, craignent le gel, portent les réseaux français à préférer les réchauffeurs à pompes (1).

Dans ces appareils l'eau est mise en circulation par des pompes et condense la vapeur d'échappement dans une chambre appelée réchauffeur. On y adjoint un déshuileur sur le parcours de la vapeur et un dégazeur-détartreur sur le trajet de l'eau du tender. L'ensemble assez lourd (1.100 à 1.500 kilos), réparti toujours en deux groupes séparés (chambres et pompes) fournit de 15 à 20 m³ à l'heure.

Les réchauffeurs à surface (Knorr et Weir) sont difficilement étanches et s'entartrent trop facilement. Au contraire les réchauffeurs par mélange, tous à deux pompes (une pour l'eau chaude, l'autre pour l'eau froide) donnent toute satisfaction. Le plus répandu est l'A.C.F.I. de la Société l' « Auxiliaire des Chemins de Fer et de l'Industrie ». On utilise aussi le Worthington (types BZ et AX), et le Dabeg de la Société Rateau. Ch. F.

(1) La *Revue Industrielle* de janvier 1933.

Mines

L'Indochine minière. — Malgré la crise économique qui n'épargne pas nos possessions indochinoises, malgré des spéculations un peu osées qui s'y sont introduites, l'activité minière reste encore une des raisons de prospérité de ces régions lointaines.

Le marché des métaux a obligé les exploitations de zinc tonkinoises à ralentir leur beau développement et celles d'étain à diminuer sensiblement leur production. Les charbonnages qui avaient dépassé 2 millions de tonnes annuelles en 1929, ont dû régresser devant les demandes réduites des industries chinoises et japonaises. Mais les uns et les autres restent prêt à reprendre la marche en avant aux premiers besoins et la prospection semble prendre l'aspect méthodique qu'elle n'aurait jamais dû quitter.

Elle abandonne la fièvre dangereuse qui a sévi il y a trois ou quatre ans et a failli jeter le discrédit sur tout notre domaine minier indochinois, pour se localiser dans la seule démonstration de gisements exploitables. Car s'il reste à peu près certain de ne pas faire de découvertes sensationnelles — le pays est connu depuis longtemps dans ses grandes lignes — on peut néanmoins espérer rencontrer encore des gîtes de quelque valeur. Jusqu'à maintenant, on s'est borné aux plus importants et il reste de nombreux filons cuivreux, plombeux et zincifères, exploités superficiellement jadis par les Célestes, desquels on ne s'est pas occupé ; il reste à trouver les gisements originels de l'or. Le métal jaune, on le sait, existe dans tous les alluvions, ou à peu près, malheureusement ceux-ci n'ont que rarement l'importance nécessaire à leur mise en œuvre, mais l'origine demeure encore incertaine.

Le nombre de « permis de recherches » minières par région ne dépasse pas 5.000 pour toute l'Indochine. Les points qui ont surtout attiré les chercheurs sont ceux déjà en exploitation : le bassin anthracifère du Dong-Trien, la zone zincifère de Tuyen-Quang et celles stannifères du Laos et de Coa Bang ; cette seule constatation montre leur rôle spéculatif.

Nous ferons remarquer que contrairement à ce qu'on croit généralement, le permis de recherche par son essence même, n'implique nullement l'existence de gisements minéraux utilisables ; il donne simplement l'exclusivité du droit de fouilles à son possesseur, dans une étendue déterminée et pour un temps limité. Le législateur a semblé vouloir protéger le prospecteur et rien de plus.

Aujourd'hui, nous le répétons, les véritables cher-

cheurs de gîtes sont de nouveau à l'œuvre; on a abandonné les zones faciles déjà trop battues, pour celles éloignées, les seules où il reste réellement à faire. Mais quoi qu'il advienne de ces fouilles, présentes ou futures, il n'est pas inutile de rappeler que notre Indochine n'est plus à « découvrir » et qu'elle possède déjà un domaine minier de tout premier ordre. Des tonnages considérables de charbons gras et maigres sont prêts à être extraits, des ressources non moins certaines existent en zinc et en étain ; on verrait une prospérité toujours grandissante si les débouchés de ces substances n'étaient pas limités.

Aussi concluons-nous que l'Indochine, au point de vue minier, a moins besoin de nouvelles découvertes de minerais que de l'écoulement de ceux qu'on peut de suite mettre en œuvre.

V. C.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 février 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Rosenblatt.* — **Sur quelques théorèmes de la théorie des équations différentielles ordinaires non linéaires du second ordre.**

— *G. Giraud.* — **Validité de la théorie de Fredholm pour certains noyaux non bornés.**

— *A. Marchand* (prés. par M. E. Borel). — **Critères d'unicité et de multiplicité par les intégrales d'un système d'équations différentielles de premier ordre.**

— *E. Blanc* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur une propriété différentielle des continus de Jordan.**

STATISTIQUE. — *E. J. Gumbel.* — **La signification des constantes dans la formule Gompertz-Makeham.**

GÉOMÉTRIE. — *E. Cartan.* — **Sur les espaces de Finsler.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *E. Crausse* et *J. Baubiac* (prés. par M. H. Villat). — **Sur les régimes transitoires.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *H. Memery* (prés. par M. Ernest Esclangon). — **Sur une époque remarquable d'activité solaire (première quinzaine de février).**

Si la période undécennale des taches solaires paraît bien établie, il semble toutefois qu'il existe dans les variations des phénomènes solaires et particulièrement dans celles des taches, d'autres périodicités indépendantes de la période undécennale. En effet, il semble que les taches solaires ont une tendance à s'accumuler sur certaines dates. Ainsi l'immense groupe de taches qui vient de traverser le disque solaire, du 31 janvier au 13 février paraît faire partie d'une série périodique de taches arrivant dans les derniers jours de janvier. Un tableau indique les dates de visibilité pour les cinquante dernières années.

GÉODÉSIE. — *E. Prévot* (prés. par M. Ch. Lallemand). — **Influence des oscillations diurnes de la verticale sur les résultats des nivellements de haute précision**

Cette étude appelle l'attention des géodésiens sur les conséquences possibles de l'oscillation thermique de la verticale. Il serait utile, en outre, d'observer, dans le temps, non seulement les variations de l'intensité de la gravité, comme l'a suggéré M. Esclangon dès 1925, mais encore celles de la direction.

ÉLECTRONIQUE. — *J. Solomon* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur la théorie de la diffusion des neutrons.**

ÉLECTRICITÉ. — *C. Gutton* et *Mlle M. Chenot.* — **Propagation d'oscillations électriques le long d'un tube contenant un gaz ionisé.**

THERMOÉLECTRICITÉ. — *A. Cotton.* — **Sur la construction des piles thermoélectriques.**

L'auteur rappelle que le 30 janvier dernier, il avait présenté une Note de M. A. Egal sur deux nouveaux modes de réalisation des piles thermoélectriques. Or, il a appris depuis que le modèle sans soudure n'est pas nouveau. Il avait été décrit dès 1920 en Angleterre par Wilson et Epo, et a fait, en outre, depuis cette époque l'objet d'autres travaux par différents auteurs, notamment par M. Jean Gabreau qui en 1925 a pris un brevet.

ÉLECTROTECHNIQUE. — *J. Jaffray* (prés. par M. P. Janet). — **Sur les courants de haute fréquence produits par les magnétos à haute tension.**

L'auteur a précédemment indiqué (*C. R.*, 194, 1932, p. 1902) quelques raisons, d'ordre qualitatif, qui semblaient prouver l'existence de termes de hautes fréquences dans le courant secondaire des magnétos à haute tension. Dans cette nouvelle Note, il précise ce phénomène.

MAGNÉTISME. — *M. Perakis* et *L. Capatos* (transm. par M. P, Weiss). — **Sur le paramagnétisme constant du rhénium métallique.**

Les auteurs ont étudié l'aimantation du rhénium en fonction de la température. Trois séries de mesures faites à la température de 20° ont donné pour le coefficient d'aimantation du rhénium la valeur $0.369.10^{-6}$ (± 0.006). Cette même valeur a été retrouvée aux températures de —23° et —79°. Par suite, dans un intervalle de température de 99° (+20° à —79°), le rhénium possède un paramagnétisme indépendant de la température.

CHIMIE PHYSIQUE. — *R. Wurmser* et *N. Mayer-Reich* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'équilibre entre les acides lactique et pyruvique.**

CHIMIE GÉNÉRALE. — *P. Achalme* (prés. par M. Ch. Richet). — **La nature chimique du neutron.**

Ces recherches semblent montrer que physiciens et chimistes seraient d'accord pour admettre l'existence réelle d'un corps simple de poids atomique 2. La série atomique commencerait donc ainsi :

1 Proton, possédant une charge positive.
2 Neutron, deux protons, un électron électriquement neutre.
3 Corps X^3, trois protons, un électron possédant une chage positive.
4 Particules α, 4 protons, un électron, double charge positive, se transforme en molécule neutre d'hélium par fixation d'un électron extra atomique.

CHIMIE MINÉRALE. — *M. Nicloux* (prés. par M. Georges Urbain). — **Sur l'oxydation de l'hydrosulfite de sodium par l'oxygène libre.**

Les expériences de l'auteur viennent appuyer les faits signalés anciennement par plusieurs auteurs, c'est-à-dire qu'on peut concevoir pour l'hydrosulfite de sodium trois modes différents d'oxydation :

$$S^2O^4Na^2 + o,5O^2 + H^2O = 2SO^3HNaH,$$
$$S^2O^4Na^2 + O^2 + H^2O = SO^3NaH + SO^4NaH,$$
$$S^2O^4Na^2 + 1,5O^2 + H^2O = 2SO^4NaH.$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *E. André* et *A. Bloch* (prés. par M. Marcel Delépine). — **Sur la présence d'éthers-esters du glycérol dans diverses huiles de foie d'Elasmobranches et sur quelques caractères analytiques particuliers de ces huiles.**

Les huiles à éthers-esters du glycérol que l'on retire des foies de certains Elasmobranches fournissent parfois des matières insaponifiables de haut indice d'acétyle, mais ce caractère est en défaut s'il y existe en même temps une quantité élevée de carbures d'hydrogène. Les huiles à éthers-esters, étudiées par les auteurs, sont lévogyres, et leur saponification entraîne une diminution très accentuée de l'activité optique dont on ne retrouve plus, qu'une faible partie dans les insaponifiables. Ce caractère est plus général que le précédent.

— *M. Godchot* et *M. Mousseron* (prés. par M. Delépine). — **Sur deux méthylamino-cyclohexanols et leur dédoublement en leurs antipodes optiques.**

— *L. Palfray*, *S. Sabetay* et *D. Sontag* (prés. par M. M. Delépine). — **Déshydratation potassique des alcools β-phényléthiliques halogènes dans le noyau. Halogénostyrolènes.**

— *P. Bedos* et *A. Ruyer* (prés par M. P. Sabatier). — **Sur les oxydes et sur les polyalcools dérivés du cyclohexadiène — 1.3.**

Les résultats obtenus semblent établir que le cyclohexadiène—1.3 donne naissance à un mélange de deux mono-oxydes qui n'ont pu, encore, être séparés; mais les deux glycols correspondants, obtenus à l'état pur, montrent que ce mélange d'oxydes est composé vraisemblablement d'ortho et de para.

MINÉRALOGIE. — *S. Casillère.* — **Étude de la dissociation thermique des minéraux des serpentines.**

— *P. Fastré.* — **Mesure de quelques pouvoirs réflecteurs de quelques tellurures naturels par la méthode photoélectrique.**

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *F. Blanchet* (prés. par M. Jacob). — **Sur l'âge des marbres de Guillestre, roche caractéristique du Malm du Briançonnais.**

D'après leur faune, les calcaires rognonneux de Guillestre se rattachent à l'Oxfordien ou au Lusitanien; seule, la partie supérieure de cette formation doit être rattachée au Tithonique. Ces résultats évoquent un rapprochement avec l'Argovien rouge des Préalpes, où E. Haug avait été conduit à rechercher l'origine de certaines nappes préalpines.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *P. Bertrand* (prés. par M. Mangin). — **Spécification des *Cladoxylon* et des *Clepsydrapsis* de Saalfeld.**

Parmi les nombreux échantillons recueillis à Saalfeld, on peut actuellement distinguer cinq espèces de *Cladoxylon* bien définies : *C. tæniatum* Unger, *C. mirabile* Unger, *Hierogramma megopicum* nov. sp., *C.* (*Arctopodium*) *radiatum* Unger, *C. Solmsi* P. B.

BOTANIQUE. — *R. Hamet* (prés. par M. Mangin). — **Sur l'origine botanique de la drogue Muira-Pama.**

La drogue, d'après ses caractères anatomiques, doit être rapportée à deux espèces d'Olacacées : *Ptychopetalum olacoïdes* et *P. uncinatum*.

— *R. Gautheret* (prés. par M. Molliard). — **Cultures de cellules détachées de la coiffe.**

On a cultivé des racines isolées de *Lupinus albus* en boîte de Petri, sur liquide de Knop gélosé additionné de saccharose, de glucose ou de mannitol. Des cellules de la coiffe se détachent. Elles restent vivantes plus ou moins longtemps selon la température : 8 à 10 jours à 20°, 18 à 20 jours à 10°. Les cellules qui survivent peuvent continuer à s'accroître. Plasmolysées, elles peuvent vivre encore 8 à 10 jours. Le maximum de survie obtenu a été de 82 jours, à 20-22°. Les sels minéraux ne sont pas indispensables; la lumière n'a pas d'influence.

EMBRYOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *M. Aron* et *J. Comsia* (prés. par M. Caullery). — **Recherches expérimentales sur le rôle de la stimulation fonctionnelle dans le développement de l'appareil digestif, chez les larves d'Anoures.**

On unit, en greffe siamoise, des jeunes larves d'Amphibiens; en procédant à cette greffe au stade du bourgeon caudal, chez des têtards de *Rana temporaria*, il se produit, dans la plupart des cas, une fusion des moelles épinières. On procède à l'ablation de la tête d'un des jumeaux. Le têtard décapité poursuit sa croissance, nourri par le têtard normal. Suivant le niveau de la décapitation, le développement du jumeau décapité reste « autonome », lorsque la décapitation a respecté le « centre de croissance », ou se montre « subordonné » dans le cas contraire.

Lorsqu'il y a croissance subordonnée, l'intestin du jumeau décapité se montre seulement plus court que celui du jumeau intact; l'aspect extérieur du tube intestinal est modifié, mais non son histogénèse, ni sa différenciation structurale. Lorsqu'il il y a croissance autonome, l'intestin montre une hypoplasie dont le degré est corrélatif de celui du retard du développement général.

L'alimentation n'intervient donc dans la morphogénèse architecturale de l'intestin que comme facteur mécanique de distension, non comme facteur de stimulation fonctionnelle. Le développement histogénétique de l'épithélium intestinal semble répondre à la mise en jeu des potentialités internes des cellules.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *E. Has* (prés. par M. Fabry). — **L'effort accommodatif des amétropes corrigés.**

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *J. Roche* et *P. Dubouloz* (prés. par M. Desgrez). — **Etude de la constitution des hémocyanines et des hémérythrines au moyen de leur spectre ultra-violet.**

Les hémocyanines, pigments sanguins cuivriques de nombreux Mollusques et Crustacés, se rapprochent des hémérythrines, chromoprotéides respiratoires ferriques des Sipunculiens, pa diverses propriétés. L'hémérythrine du Siponcle et les hémocyanines du Poulpe, de l'Escargot, du Crabe, sont constituées par l'union d'une protéine avec un complexe métallique (hémoferrine et hémocuprine) que les auteurs ont préparé à l'état cristallisé. L'hémocuprine et l'hémoferrine, que l'on peut considérer comme les groupements prosthétiques des chromoprotéides étudiés, absorbent les rayons ultra-violets de façon à peu près identique, ce qui indique probablement une similitude de constitution.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Ch. Nicolle* et *J. Laigret.* — **Extension du pouvoir immunisant des virus exanthématiques par association de deux virus d'origine différente (Virus typhique contre virus de la fièvre pourprée).**

22 cobayes ont reçu une inoculation d'un virus exanthématique qui les a infectés; un seul a résisté à l'inoculation ultérieure du virus de la fièvre pourprée. Deux singes sur trois, ayant reçu deux inoculations préalables de virus typhiques différents, ont présenté une immunité vis-à-vis du virus de la Maladie des Montagnes Rocheuses. Il semble légitime de conclure, de cette constatation, que l'inoculation successive de virus typhiques, d'origines différentes, *étend* la propriété antigénique primitive de ces virus et la

rend active vis-à-vis d'un virus exanthématique, éloigné de chacun d'eux par la nature de son antigène primitif.

MÉDECINE. — *F. Pasteur* (prés. par M. d'Arsonval). — **Electrothérapie galvanique à haute tension.**

L'auteur a pu réaliser un traitement avec tension de 2.000 volts. L'appareillage employé peut donner aux bornes 15 à 20 milliampères, intensité limite qui ne doit pas être dépassée. Il a pu ainsi obtenir l'amélioration d'affections inutilement traitées ou insuffisamment améliorées par des traitements antérieurs à faible tension.

M. Mascré.

Séance du 6 mars 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Winter* (prés. par M. Brillouin). **Sur une application de la théorie des perturbations de Schrödinger à un problème où la dégénérescence persiste jusqu'à l'approximation *n* (équation de Mathieu).**

THÉORIE DES GROUPES. — *H. Cartan* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur les groupes de transformations pseudo-conformes.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *N. Aronszajn* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les décompositions des fonctions uniformes.**

GÉOMÉTRIE. — *Glagoleff* (prés. par M. Elie Cartan). — **Construction effective et générale de la transformation de Cremona dans le plan et dans l'espace.**

— *R. Lagrange* (prés. par M Elie Cartan). — **Sur le théorème de Poncelet et une classe de cyclides.**

RELATIVITÉ GÉNÉRALE. — *J. Delsarte* (prés. par M. H. Villat). — **Sur l'évolution sphérique.**

NAVIGATION MARITIME. — *M. Kéféli* (prés. par M. Ch. Lallemand). — **Suppression du roulis et du tangage.**

L'auteur propose d'installer sur les deux plans et aux extrémités du navire, dans des chambres étanches, ménagées très profondément sous la flottaison, quatre paire d'ailerons mobiles autour d'axes verticaux et actionnés électriquement. Dans chaque paire, ces ailerons, inclinés d'environ 15° sur l'horizon, sont penchés, l'un vers le haut, l'autre vers le bas. Ces stabilisateurs dont la manœuvre est assez simple seront expérimentés prochainement sur l'aviso *Etourdi*, de la Marine Nationale.

MOTEURS A EXPLOSION. — *Estradère* (prés par M. A. Cotton). — **Sur l'oxydation de quelques hydrocarbures.**

L'auteur étudie l'oxydation par l'oxygène de quelques hydrocarbures en C^6 dans les conditions les plus favorables à la production des explosions. La méthode opératoire est celle de l'oxydation sous pression constante. Le dispositif expérimental comporte, outre un générateur d'oxygène à débit réglable, un condensateur et un gazomètre, deux organes essentiels : le carburateur et le four, l'un et l'autre en pyrex.

CHALEUR. — *P. Vernotte* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la meilleure manière d'assurer un isolement thermique.**

Pour faire un essai au froid d'une durée limitée, on a avantage à choisir un calorifuge très peu compact, et l'on accélère alors le refroidissement, dans des proportions considérables, en mettant le calorifuge à l'intérieur du caisson d'essai.

IONISATION DES GAZ. — *Th. V. Ionescu* et *I. Mihul* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'absorption d'énergie dans les gaz ionisés.**

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. *E. Mathias.* — **Contribution à l'étude de la matière fulminante. Les phases de son explosion par refroidissement.**

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *L. Dunoyer* et *P. Paounoff* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur un régime de fonctionnement de cellules photoélectriques à atmosphère gazeuse.**

Les auteurs étudient dans cette Note le « deuxième régime » de fonctionnement de certaines cellules photoélectriques, signalé en 1929 par M. Dunoyer. Ces nouvelles observations montrent que ce deuxième régime ne peut pas résulter uniquement de phénomènes d'ionisation se produisant dans l'atmosphère gazeuse de la cellule. Il doit correspondre à une augmentation du taux d'émission électronique de la cathode.

PHOTOMÉTRIE. — *G. Ribaud* (prés. par M. A. Cotton). — **Mesure du facteur total de transmission des filtres colorés utilisés en photométrie hétérochrome.**

Le principe de la méthode repose sur la réalisation de deux corps noirs dont les températures sont voisines de T_0 et T_1.

SPECTROSCOPIE. — *A. Hautot* (prés. par M. Ch. Fabry). — **La structure de la raie K du bore.**

L'auteur avait décrit antérieurement la structure fine de la raie K du carbone. Le nouveau résultat permet bien de penser que les raies K de tous les éléments légers, depuis Be jusqu'à O, qui avaient été jusqu'à présent observés sous l'aspect de raies larges, présentent au contraire, une structure complexe, ce qui ne pouvait être mis en évidence que par l'emploi de spectrographes très dispersifs tels que ceux utilisés pour l'étude faisant l'objet de la présente Note.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *P. Bricout* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Appareil magnétique pour la détermination des épaisseurs.**

L'appareil est décrit à l'aide d'une figure.

CHIMIE PHYSIQUE. — *K. Boratynski* et *A. Nowakowski.* — **Sur les modifications de l'anhydride phosphorique**

En revisant les mesures des poids spécifiques de l'anhydride phosphorique, à la température de 20°, les auteurs ont trouvé, pour les modifications cristalline et amorphe, des valeurs qui montrent que les dimensions de la cellule élémentaire, qu'ils ont publiées antérieurement, doivent être soumises à une revision.

— *A. Portevin* et *P. Bastien* (prés. par M. L. Guillet). — **Contribution à l'étude des propriétés physiques et mécaniques des alliages magnésium-aluminium-cuivre, riches en magnésium.**

— *R. Cazaud* (prés. par M. Léon Guillet). — **Influence du degré d'écrouissage à l'étuvage sur la limite de fatigue de l'acier doux.**

Les résultats permettent de déduire que la limite de fatigue a augmenté d'une façon sensiblement proportionnelle à la charge de rupture R et à la limite apparente d'élasticité E. L'intérêt de l'écrouissage, au point de vue de la résistance à la fatigue apparaît donc nettement, du moins dans les limites d'écrouissage étudiés par l'auteur.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *G. Fournier* et *M. Guillot* (prés. par M. G. Urbain). — **Relation entre l'absorption des rayons β par les composés organiques et la structure moléculaire de ces derniers: dérivés halogènes.**

CHIMIE ANALYTIQUE. — *A. Travers* et *Lu* (prés. par M. Matignon). — **Séparation des acides phosphorique arsénique, vanadique d'avec l'alumine.**

Le vanadium peut se séparer très facilement du phosphore en le volatisant sous forme de $VOCl^3$ par l'acide chlorhydrique à 400°. L'acide arsénique est également volatilisé vers 450° par l'acide chlorhydrique gazeux et il ne reste dans la nacelle que l'acide phosphorique et l'alumine dont la séparation peut être réalisée par la méthode indiquée par M. Travers (*Ann. de Chim.* 33, 1923, p. 359).

CHIMIE MINÉRALE. — *F. Travers* (prés. par M. G. Urbain). — **Préparation du néodyme métallique exempt de fer et de silicium.**

Le métal a été obtenu en partant du chlorure pur exempt d'oxygène. Le dispositif opératoire est composé essentiellement d'un creuset de carbone anode contenant dans sa partie inférieure un petit creuset de quartz ou de porcelaine de fluorine; la cathode tournante, en molybdène, protégée dans sa partie supérieure par un tube de même matière que le creuset, plonge en partie dans celui-ci. La densité de courant à la cathode a été maintenue entre 9 et 10 ampères par cm^2. La température d'électrolyse donnant les meilleurs résultats, est comprise entre 1040 et 1060°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Truchet* (prés. par M. Matignon). — **Oxydation des carbures acétyléniques vrais par l'oxde sélénieux: préparation d'alcools α acétyléniques.**

Ces résultats mettent en évidence l'existence de deux fonctions : alcool secondaire et acétylénique vrai. La position respective de ces deux fonctions a été fixée par oxydation permanganique, qui a donné l'acide valérianique $CH^3—(CH^2)^3—CO^2H$. De la même manière l'octyne conduit à un alcool passant à 83° sous 19^{mm}.

Donc l'oxyde de sélénium réagit sur les acétyléniques vrais suivant un processus différent de ceux qui avaient été signalés jusqu'ici : l'oxydation donne naissance à des alcools, non à des cétones.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *P. Baud* (prés. par M Matignon). — **La manufacture de soude de Nicolas Leblanc.**

L'auteur a reconstitué à l'aide de pièces d'archives, la première soudière fondée par M. Leblanc à la Maison de Seine, près de Saint-Denis. Il retrace le mode de fabrication et donne le plan des ateliers. L'usine paraît avoir donné 1.500 livres de soude *brute* par jour, dont un quintal fournissait en moyenne 40 livres de *soude sèche*.

CRISTALLOGRAPHIE. — *L. Roger* (transm. par M. Pierre Weiss). — **Sur l'orientation de certains cristaux par l'hydrargillite. Particularité dans l'orientation des cristaux se déposant au contact de calcite maclée.**

MÉTÉORITES. — *L. J. Spencer.* — **L'origine des tectites**

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *F. Blondel* (prés. par M. De Launay). — **Sur la teneur moyenne de l'extraction des minerais de cuivre.**

Abstraction faite des variations dues aux phénomènes de cémentation, la plus grande partie du tonnage d'un gisement de cuivre reste en moyenne au voisinage d'une même teneur. Ces conclusions semblent conformes aux idées généralement admises sur la genèse des gisements métallifères. Les conditions de leur formation, soumise principalement à la température et à la pression, elles-mêmes dépendantes de la profondeur, imposent le type métallogénique du gisement; il est naturel d'admettre qu'elles en imposent également la teneur moyenne.

— *A. Marin* et *P. Fallot* (prés. par M. Jacob). — **Sur le raccord des dislocations de Punta pescadores avec celles de la chaîne calcaire du Rif.**

Au chevauchement, dans la région étudiée, participent d'importantes masses paléozoïques. Le Paléozoïque existant aussi dans les chevauchements de Boccoya, ceux-ci ne seraient autre chose que le prolongement de ceux des Beni-Salman.

PALÉONTOLOGIE. — *Zb. Sujkowski* (prés. par M. Cayeux). — **Présence de Radiolaires du groupe des Phœodaria dans le Carbonifère inférieur de Pologne.**

Les Radiolaires fossiles étudiés proviennent des nodules phosphatés des montagnes de Ste-Croix. Certaines formes s'apparentent aux *Phæodaria*, sous-groupe *Phæogromia*. Elles présentent des affinités avec les représentants des familles des *Circoporida* et *Tuscaporida*, surtout des *Challengerida*, mais se distinguent de ces familles par des sillons obliques inconnus chez les formes vivantes. Elles formeraient une nouvelle famille représentée par deux genres, dont chacun comporte plus d'une espèce. Les Radiolaires du groupe des *Phæodaria* n'avaient jamais été rencontrés dans les dépôts antétertiaires.

CRYPTOGAMIE. — *R. Vandendries* et *Harold J. Brodie* (prés. par M. Mangin) — **Les radiations sexuelles chez les Champignons.**

La sporée de *Lenzites betulina* est tétrapolaire; elle renferme quatre groupes de spores donnant des mycéliums sexuellement différenciés. Les facteurs, *a*, *a'*, *b*, *b'*, sont répartis conformément aux lois de Mendel suivant les formules ab, à'b', a'b, ab'. Seules peuvent être réalisées les copulations ab × a'b' ou a'b × ab' qui peuvent rétablir la culture diploïde originelle. Quand deux prélèvements mycéliens correspondent respectivement à ab × ab' et a'b × a'b' se trouvent en présence à la surface d'un même milieu de culture, leur développement laisse entre eux un sillon que ni l'un ni l'autre ne peuvent franchir; il y a « *barrage sexuel* », comme dans le cas de *Pleurotus columbinus* signalé déjà par l'un des auteurs. En plaçant entre les individus confrontés des cloisons de diverses natures, on est amené à conclure que le phénomène de barrage sexuel est dû à l'émission de radiations.

ANATOMIE. — *Mlle M. L. Verrier* (prés. par M. Bouvier). — **Les yeux et la vision de *Cerastes vipera* Wagl. et de *Vipera aspis* L.**

Chez les deux Vipères coexistent, uniformément répartis en tous les points de la rétine, deux sortes de cônes, alternant à peu près régulièrement. Si ces deux sortes de cônes, courts et longs, reçoivent les mêmes excitations, celles-ci interfèrent sans doute et donnent une image visuelle confuse; on est alors conduit à supposer un mode de réaction pour les deux sortes d'éléments, hypothèse que renforce l'existence de gouttes huileuses dans les cônes courts seulement. Le fait qu'il n'existe que des cônes chez des espèces à activité crépusculaire, sinon nocturne, contredit la théorie d'après laquelle les cônes sont les organes de la vision diurne.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Mme A. Drilhon* (prés. par M. Joubin). — **Le phosphore et la mue des Crustacés.**

La teneur en phosphore total des animaux étudiés est constante, quelle que soit l'époque de leur développement. La quantité de phosphore total est double dans le sang des femelles par rapport au sang des mâles. Après la mue de l'animal, il y a diminution très nette du phosphore minéral au profit du phosphore organique.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Mme Hufnagel* et *M. Joly* (prés. par M. Mesnil). — **Action des rayons X sur la métamorphose des Insectes.**

La larve irradiée se transforme en une pupe présentant la forme générale extérieure d'une nymphe normale. Mais la structure intime a subi des transformations considérables. Il persiste des organes larvaires qui devraient normalement disparaître et laisser la place aux organes néo-formés; il manque des organes néo-formés qui, normalement, s'édifient aux dépens des cellules imaginales. Il est probable que l'action des rayons X empêche la prolifération caryocinétique des cellules imaginales et arrête en même temps l'histogénèse des organes correspondants. La nymphe survit et évolue à sa manière, jusqu'au moment où, ne pouvant rompre sa coque durcie, elle doit mourir sur place.

MÉDECINE. — *R. Sorel.* — **Sur la teinture d'iode et l'asepsie.**

La teinture d'iode n'a pas les propriétés bactéricides qu'on lui attribue. Son emploi n'est justifié, en badigeonnage du champ opératoire, que pour des interventions de courte durée. Elle agit comme un vernis qui, au cours d'opérations suffisamment longues, se fendille et laisse alors passer les microbes. Sans emploi d'antiseptique, en opérant aseptiquement, on obtient d'excellents résultats.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — Ont été élus Correspondants :

M. J. Haag, pour la Section de Mécanique, en remplacement de M. H. Villat, élu Membre de la Section.

M. G. Binger, pour la Section de Géographie et Navigation, en remplacement de M. J. Tilho, élu Membre de la Section et M. Vening Meinasz, en remplacement de M. Odon de Buen, décédé.

M. H. Devaux, pour la Section de Botanique.

— M. Maurain a été désigné pour représenter l'Académie à la pose de la première pierre des nouveaux bâtiments de l'Université de Londres, le 24 juin 1933.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Léon Bloch, assistant fera huit conférences sur le sujet suivant : « *Théorie des Vibrations moléculaires* ».

Ces Conférences auront lieu à l'Institut Henri-Poincaré, 11, rue Pierre-Curie, amphithéâtre Darboux, aux dates suivantes : 27 avril à 10 h. 45; 29 avril à 15 heures; 4 mai à 10 h. 45; 6 mai à 15 heures; 11 mai à 10 h. 45; 13 mai à 15 heures; 18 mai à 10 h. 45; 20 mai à 15 heures.

— M. Rocard, docteur ès-sciences fera six conférences sur le sujet suivant : « *La propagation et l'Absorption des Ondes acoustisques dans l'air* ».

Ces Conférences auront lieu à la Sorbonne, amphithéâtre Le Verrier, le 29 avril, les 3, 6, 10, 13 et 17 mai à 10 h. 30.

— M. Paul Fournarier, Professeur à l'Université et à l'Ecole des Mines de Liége fera trois Conférences sur le sujet suivant : « *La Géologie de la Belgique. Ses enseignements dans le domaine de la Géologie générale* ».

Ces Conférences auront lieu à la Sorbonne, amphithéâtre de Géologie, les 4, 5 et 6 mai à 17 heures.

— *Enseignement de Métallurgie Electrolytique et d'Électroplastie.* — Une série de Conférences générales aura lieu à l'Institut de Chimie, du 27 avril au 29 mai suivant le programme ci-après :

27 avril et 1er mai à 10 h. 30. — M. le Dr N. Thon : « *Les lois de l'Electrolyse et leur application aux solutions métalliques* ».

3 mai à 17 h. 15. — M. Barollier : « *L'argenture et la dorure. La Galvanoplastie* ».

4 et 8 mai à 10 h. 30. — M. Altmayer : « *Le cuivre électrolytique. Le Zinc et le Cadmium électrolytiques* ».

10 mai à 17 h. 15. — M. Ballay : « *Le Nickel électrolytique et le Nickelage* ».

11 mai à 10 h. 30. — M. Guérillot : « *Le chromage et le cadmiage* ».

15 mai à 10 h. 30. — M. Bourgeois : « *Les ateliers de dépôts électrolytiques. Matériel et méthodes de travail* ».

17 mai à 17 h. 15. — M. A. Levasseur : « *Les procédés non électrochimiques de protection des métaux* ».

18 mai à 10 h. 30. — M. P. Jacquet : « *Les procédés électrochimiques de protection des métaux* ».

22 mai à 10 h. 30. — *La patine chimique et électrochimique.*

24 mai à 17 h. 15. — M. Dutoit : « *Le fer électrolytique* ».

29 mai à 10 h. 30. — M. Cymboliste : « *Les méthodes de contrôle des dépôts électrolytiques* ».

Ces Conférences générales seront suivies de Conférences techniques dont le programme sera donnée ultérieurement et qui porteront sur les sujets suivants :

Les brevets en matière de dépôts électrolytiques. — La surveillance analytique des bains d'électrolyse. — L'état actuel du chromage (le chromage à froid). — Les cahiers des charges en matière de dépôts électrolytiques en France et à l'étranger. — Les accidents dans les bains électrolytiques et les moyens d'y remédier.

Pour tous renseignements, s'adresser à M. C. Marie, Institut de Chimie, 11, rue Pierre-Curie.

Facultés de Médecine. — *Agrégation.* — Le nombre d'emplois d'agrégé des Facultés de Médecine et des Facultés mixte de Médecine et de Pharmacie fixé par les arrêtés des 3 novembre 1932 et 16 décembre 1932 est augmenté comme suit dans les sections ci-après désignées :

Médecine générale. — Paris, 1 place; Strasbourg, 1 place.

Bactériologie. — Strasbourg, 1 place.

Comme conséquence de ces augmentations d'emplois d'agrégé, le nombre des places mises aux concours est porté pour les sections ci-après :

Médecine générale. — De 17 à 19 places.

Bactériologie. — De 1 à 2 places.

Muséum National d'Histoire Naturelle. — Cours de dessin appliqué a l'étude des animaux. — M. E. Mérite, a commencé ses leçons le lundi 3 avril 1933, à 13 h. 30 et les continuera les jeudis et lundis à la même heure, dans la Salle de Dessin (Porte d'Austerlitz). Les leçons auront lieu dans la Ménagerie lorsque le temps le permettra.

Université de Dijon. — *Faculté des Sciences.* — Il est institué un certificat d'études supérieures d' « Analyse supérieure ».

Université de Bordeaux. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — Le titre de Professeur sans chaire est conféré à MM. Pery et Perrens, Agrégés.

Université de Strasbourg. — *Faculté des Sciences.* — M. Ribaud, Professeur de Physique expérimentale, est nommé Professeur des Hautes Températures (chaire transformée).

Université de Grenoble. — *Faculté des Sciences.* — La maîtrise de Conférences de Micrographie est transformée en chaire de Micrographie.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Exercices d'Analyse, par Gaston Julia, Professeur à la Sorbonne, tome II, Fonctions analytiques, développements en série, résidus; transformations analytiques, représentation conforme. In-8° de 344 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris 1932. — Prix : 70 francs.

Cet important et nouveau recueil de M. Gaston Julia réunit à des exercices classiques (concernant par exemple le calcul, au moyen des résidus, d'intégrales définies, portant au besoin sur des fonctions multiformes, algébriques ou non) des sujets d'un niveau plus élevé, comme il s'en propose aux conférences de l'Ecole Normale Supérieure et de la Sorbonne, dans le but de familiariser les auditeurs avec les progrès récents accomplis par la technique des fonctions analytiques. Le soin apporté à résoudre les premiers, par des méthodes variées, comme la riche substance des seconds, préludant à la lecture des « Principes géométriques d'analyse » et des « Leçons sur la représentation conforme » du même auteur, font de ce volume la digne continuation de celui qui l'a précédé, dans le domaine des variables réelles. Et l'ensemble apparaît déjà comme un complément des grands traités classiques, indispensable aux maîtres et aux élèves.

G. Bouligand.

Linear Transformations in Hilbert Space and their Applications to Analysis, par M. H. Stone, vol. XV des *Colloquium Publications* de la Société Américaine de Mathématique. In-8° de 620 pages. New-York, 1932. — Prix : 6 d. 50.

On sait que D. Hilbert a été amené à définir l'espace abstrait qui porte son nom en réduisant la résolution d'une équation intégrale de Fredholm à celle d'un certain système linéaire infini, dont les inconnues sont les coefficients de Fourier, quant à une suite orthogonale, de la fonction qu'il s'agit de calculer. La Mécanique ondulatoire est venue confirmer l'importance de ce point de vue, et l'espace d'Hilbert (comme l'atteste aussi la récente apparition d'un beau fascicule de M. Delsarte au Mémorial Villat) jouit d'une grande faveur dans le monde mathématique.

Le livre de M. Stone que nous présentons ici vient donc bien à son heure. Prenant la suite d'exposés classiques comme celui de F. Riesz (coll. Borel, Paris 1913), celui de Hellinger et Toeplitz (Encyclopädie der mathematischen Wissenschaften, Berlin, 1924), il apporte une contribution de premier plan à une organisation entièrement nouvelle de l'Analyse Mathématique par la voie du calcul fonctionnel et le recours aux hyperespaces abstraits à une infinité de dimensions. La classification des transformations linéaires dans ces espaces et l'étude de leurs propriétés que l'auteur se donne pour but coïncide avec l'examen d'opérateurs dont l'exposé sait nous montrer la variété.

Procédant d'une manière synthétique et donnant ainsi toute facilité au lecteur, dont le bagage peut se limiter au programme de licence, l'auteur nous amène progressivement de l'espace hilbertien, conçu sous forme abstraite, à ses réalisations, mettant en œuvre l'intégrale de Lebesgue ou d'autres intégrales d'un caractère encore plus général. Etendant à cet espace (qui n'est compact, ni globalement, ni localement) la théorie des transformations adjointes et auto-adjointes, les notions de direction principale, de valeurs caractéristiques, l'auteur en tire la résolution des équations fonctionnelles les plus variées ; que leur structure soit purement différentielle, intégrale ou intégro-différentielle, elles procèdent toutes ici d'un calcul opérationnel très général dont la clef de voûte est l'intégrale de Stieltjes-Radon. Beaucoup de travaux tout récents, dûs notamment à Carleman, J.-V. Neumann, trouvent leur place naturelle dans cette synthèse appelée à rendre aux mathématiciens les plus grands services.

G. Bouligand.

Leçons de géométrie projective, par Lucien Godeaux. In-8° de 230 pages avec figures. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 45 francs.

On ne peut, avec l'organisation actuelle de l'enseignement mathématique dans la plupart de nos Facultés, apprendre la géométrie projective que dans un bon livre. C'est pourquoi l'ouvrage du savant professeur de l'Université de Liége, qui synthétise les cours qu'il y a donnés sur ce sujet, pendant ces dernières années, sera très sympathiquement accueilli par nos étudiants.

La géométrie projective intéresse ici l'auteur, non seulement pour elle-même, mais encore, au point de vue de ses relations avec la géométrie affine et la géométrie métrique. Les préliminaires axiomatiques, qui ont joué dans ce domaine un rôle très important, ont trouvé la place qu'ils méritent. Correspondances variées entre figures, ou même entre propositions (à la faveur de la dualité), opérations et groupes ont aussi une place éminente et l'ensemble est hautement éducatif.

Sans pouvoir entrer dans le détail, notons cependant que les coniques ont été introduites comme courbes fondamentales des polarités du plan ; les quadriques, réglées ou non, et les cubiques gauches sont rattachées à des modes de génération appropriés ; puis une fois classées, dans l'espace, les diverses homographies, le dernier chapitre, en prolongement du point de vue adopté en géométrie plane, détermine les correspondances involutives entre point et un plan ; à côté de la solution fournie par les quadriques, apparaît celle qui s'attache au complexe linéaire.

L'excellente présentation de l'ouvrage et sa riche substance l'appellent à devenir un élément journalier de la documentation scolaire.

G. Bouligand.

Problèmes et compléments de Mécanique (Math. générales, Math. spéciales), par Eugène Blanc, Professeur agrégé au Lycée de Poitiers, avec une préface d'Edouard Le Roy, de l'Institut. In-8° de 287 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur. Paris. — Prix : 60 francs.

Ce livre synthétise l'enseignement pratique donné par l'auteur à la Sorbonne de 1927 à 1930, avec le souci de prévoir les embarras de l'élève, « qui ne sait en général, ni comment utiliser les matériaux que lui a fourni le

cours, ni quelle direction donner à sa recherche, pour être sûr d'aboutir avec un minimum de raisonnements et de calculs. La mise en équations est donc exposée avec grand soin, et les explications, qui dans l'abstrait, manqueraient le but, sont illustrées par des exercices appropriés. La séparation de divers types de problèmes, les considérations relatives à l'homogénéité des formules, les remarques faites à propos de la tension d'un fil et autres notions délicates, donneront toutes facilités aux débutants. Ils trouveront aussi les solutions rapides des problèmes proposés en Sorbonne de 1919 à 1930, à la composition de Mécanique du certificat de Mathématiques Générales. Enfin, les étudiants plus avancés trouveront ici, exposée en détail, l'étude souvent délaissée des aspects du mouvement d'un point sur une courbe, à partir de la considération des positions d'équilibre et de leur stabilité, lorsqu'on fait croître la force vive initiale. Le livre se recommande donc à des classes de lecteurs très étendues.

G. Bouligand.

Tourbillons, forces acoustiques, circulations diverses (Tome II), par H. Bouasse. In-8° de 586 pages avec 344 figures. Delagrave, éditeur, Paris 1932. — Prix : 53 francs.

« Dans ce volume, écrit M. Bouasse, je passe en revue et j'essaye de classer une multitude de phénomènes. Je m'efforce de les ramener à des propositions générales. Il est amusant et lamentable qu'autant dire pas un n'ait sa solution dans les travaux des mathématiciens, si merveilleux pour l'élaboration des théories générales. Sans doute c'est faute de connaître les faits qu'ils n'en ont pas apporté depuis longtemps l'explication définitive : je leur soumets mon ouvrage comme le catalogue de ce qu'on serait heureux de voir tirer des équations. » Aussi bien, M. Bouasse avertit-il les lecteurs que l'étude complète des phénomènes décrits dans l'ouvrage, qu'il prétend modestement n'avoir envisagés que dans leurs grandes lignes, demanderait beaucoup de temps et de patience et ne conduirait sans doute pas à l'un de ces résultats brillants, si recherchés par beaucoup de savants.

Le problème général étudié par l'auteur est celui des sources sonores. M. Bouasse désigne sous ce nom tout corps qui oscille ou se déforme dans un fluide suivant une loi sinusoïdale par rapport au temps, quelle que soit la période, que le son soit audible ou non ; autour de la source, le fluide, immobile au loin étant indéfini ou contenant des limites rigides, on peut se poser les deux problèmes suivants : quels sont les mouvements créés par la source dans le fluide ? quelles sont les réactions du fluide sur la source ? A titre d'indication, mentionnons diverses questions envisagées dans l'ouvrage : circulation dans une cavité dans laquelle on excite une vibration ; enroulements sur une surface d'eau ; source complètement immergée ; oscillation autour d'un axe ; phénomène créé par des limites périodiques ; pression de radiation ; forces moyennes et périodiques sur un corps libre d'osciller dans un fluide oscillant ; entretien d'une rotation ou d'une oscillation par un vent parallèle ou perpendiculaire à l'axe ; entretien d'une onde stationnaire par une anche : expériences d'Young et expériences similaires.

Comme ses devanciers, le présent ouvrage recevra certainement le meilleur accueil des physiciens et des ingénieurs car il a le mérite de leur présenter des faits bien observés, décrits avec précision et interprétés avec le minimum de considérations théoriques.

A. Bc.

Bibliographie Mensuelle de l'Astronomie, publiée par la Société Astronomique de France. Publication par Fascicules mensuels in-8° d'environ 20 pages. Paris, 28, rue Serpente. Prix de l'abonnement annuel : 35 fr.

Jusqu'à la fin de 1932, la bibliographie systématique de l'Astronomie était assurée en France par les soins de deux sociétés : 1°) la Société Astronomique de France qui publie dans son bulletin *L'Astronomie*, des revues annuelles des diverses branches de la Science dans lesquelles leurs auteurs faisaient œuvre critique en ne signalant aux lecteurs que les résultats de valeur, tous les mémoires étant d'ailleurs dépouillés et cités ;

2°) L'Association française d'Observateurs d'Etoiles variables qui publiait sous la direction de M. J. Mascart dans le *Bulletin de l'Observatoire de Lyon*, une bibliographie rapide donnant les titres des mémoires et parfois un court résumé analytique de leur contenu.

Le Bulletin de l'Observatoire de Lyon ayant cessé de paraître, les deux sociétés ont décidé de réunir leurs efforts pour assurer la publication de la Bibliographie rapide dont les assemblées successives de l'Union Astronomique internationale ont toujours reconnu l'intérêt.

La publication de la bibliographie d'une science, tout en étant d'une grande utilité pour les usagers est une très lourde charge pour les rédacteurs. Vouloir faire une bibliographie rapide, c'est-à-dire donnant dans les deux mois, le compte-rendu des publications parues et ceci tout en donnant une analyse substantielle et critique de chacune d'elles, aurait été irréalisable. En fin de compte, l'effort aurait été un peu vain, puisque les astronomes possèdent déjà une bibliographie annuelle par analyses dans l'*Astronomischer Jahresbericht*, universellement appréciée. Le comité chargé de la nouvelle publication, comité présidé par M. A. de la Baume-Pluvinel, a pensé que, pour aboutir, il devait se borner à donner les titres des publications, en faisant connaître en quelques lignes seulement la nature de leur contenu. L'adjonction de ces quelques lignes, tout en n'imposant pas aux rédacteurs un trop long travail qui serait une cause de retard, est, nous semble-t-il, tout-à-fait indispensable pour les lecteurs. Deux articles pourraient avoir le même titre, alors que l'un d'entre eux exposerait les résultats de recherches originales de l'auteur et l'autre serait un article de mise au point ou de vulgarisation.

Pour réunir les matériaux de la nouvelle bibliographie, le comité a eu recours à des collaborateurs bénévoles qui ont bien voulu se charger de répertorier chacun un certain nombre de revues. Des astronomes étrangers ont répondu à son appel. Ils se chargent de tout ce qui parait dans leur propre pays et qui serait parfois peu accessible aux rédacteurs français. Les astronomes sont donc assurés que la bibliographie rapide atteindra toutes les publications astronomiques.

Le premier fascicule portant la date de mars 1933, vient de paraître. Il contient la désignation de tous les mémoires, articles et ouvrages parvenus à la connaissance de la rédaction entre le 1er et le 31 janvier. Les fascicules suivants publieront de la même manière la bibliographie de l'avant-dernier mois. Les deux qualités que présentera la nouvelle publication, rapidité d'information, et abondance de la documentation, jointes à son prix modique, en feront un précieux instrument de travail qui sera apprécié par les astronomes de tous les pays.

J. B.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 9 — 71e ANNÉE — 18 MAI 1933

L'IDÉE DE CAUSALITÉ EN MATHÉMATIQUES ET DANS QUELQUES THÉORIES PHYSIQUES

par G. BOULIGAND
Professeur de la Faculté des Sciences de Poitiers

En traitant ici de l'intuition, j'ai souligné l'aspect inégal des vérités mathématiques : il y en a d'évidentes et il y en a de cachées (1). Je crois utile de prendre un exemple.

Dans un plan vertical, étudions le roulement sur le sol, réduit à l'horizontale $x'x$, d'une plaque délimitée par un profil connu : il est entendu que la plaque ne sort pas du plan vertical contenant $x'x$, et en outre, que la particule matérielle de la plaque mise en contact, à un instant donné avec $x'x$, ne glisse pas le long de cet axe : elle est donc animée d'une vitesse nulle. Pendant un court intervalle de temps, tout se passe comme si la plaque tournait autour de son point de contact, si bien qu'à un instant donné, les vitesses des particules de la plaque sont distribuées comme les vitesses d'une rotation autour de son point de contact à cet instant : on dit pour cette raison que le point de contact est *le centre instantané de rotation*. La tangente à la trajectoire d'une particule coïncide avec la direction de sa vitesse. Donc la normale passe par le centre instantané de rotation.

Cela posé, si le profil de la plaque est circulaire, il est évident que le centre décrit une horizontale. Supposons maintenant le profil parabolique, marquons-en le foyer et cherchons-en la trajectoire. Voilà un problème plus difficile. En le soumettant à une méthode analytique permanente, l'on obtient une chaînette. Mais, le calcul ainsi réalisé ne nous apprend rien sur les relations de cause à effet, c'est-à-dire sur la manière dont la forme parabolique du profil et la position spéciale de la particule sur la plaque (position qui coïncide ici avec le foyer) interviennent pour imposer en fin de compte à la trajectoire de cette particule de rentrer dans la catégorie particulière des chaînettes.

Une réponse à cette question s'obtient dans la voie suivante : la trajectoire du foyer, on le montre par un raisonnement élémentaire, est une ligne dont la tangente reste à distance constante du pied de la verticale menée par son point de contact (1). On se ramène donc ainsi

(1) Voir mon article : Autour de l'intuition mathématique (« Rev. Scientif. », 68e année, p. 193 et suivantes).

(1) Soit I le centre instantané, c'est-à-dire le point de contact de la parabole avec le sol x'x. Appelons G le symétrique du foyer F par rapport à x'x. Alors IG est parallèle à l'axe de la parabole et la perpendiculaire en G à IG est la directrice; soit K le point où la directrice rencontre x'x. Alors FK est la tangente en F à la trajectoire de F : par raison de symétrie, la distance de G à KF (double de celle du pied H de la verticale de F à la tangente FK) est égale à la distance de F à la directrice : elle est donc constante (C. Q. F. D.).

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

à l'une des définitions de la chaînette (1), naturelle dans une question où il s'agit de déceler une chaînette de grandeur donnée, située à une distance donnée de l'horizontale remarquable $x'x$.

Cet exemple est instructif. On y voit l'influence d'une option convenable parmi les définitions équivalentes, lesquelles peuvent être nombreuses, d'une même entité mathématique. La propriété de la chaînette par laquelle nous venons de la distinguer se présente le plus simplement possible, car elle revêt la forme d'une équation différentielle algébrique du premier ordre, c'est-à-dire d'ordre minimum, à laquelle satisfait cette courbe. Et cela nous confirme que nous avons bien atteint, dans cette voie, la cause profonde du théorème énoncé.

L'examen qui vient d'être cité révèle dans la recherche mathématique un problème de la causalité, indépendant du fait de ramener aux espèces logiques les résultats obtenus par le géomètre. Deux démonstrations d'un même théorème peuvent être également inattaquables. Mais il peut se faire que l'une soit causale et l'autre non (2). Et il y a là, semble-t-il, un des arguments les plus forts que l'on puisse donner en faveur de l'objectivité des mathématiques, ou mieux, de leur indépendance vis-à-vis de la logique formelle.

Je ne crois pas que le mot de causalité ait été fréquemment prononcé par les géomètres avant ces dernières années. Il y avait à cela plusieurs raisons.

D'abord, on peut toujours arguer du danger que présente l'emprunt d'un mot à la langue philosophique, surtout lorsque ce mot y possède déjà un sens un peu spécial.

Ensuite, tout ensemble de résultats mathématiques est essentiellement réductible à la forme logique, et cela peut donner l'illusion que la recherche de cette dernière n'est pas distincte du problème de la causalité.

Enfin, et cela me paraît essentiel, il suffit souvent de s'élever d'une question à une autre dont la première soit un cas particulier pour que l'axe de la causalité soit complètement déplacé. Pour vous le confirmer, il me suffit de revenir à l'exemple ci-dessus. Lorsqu'une pla-

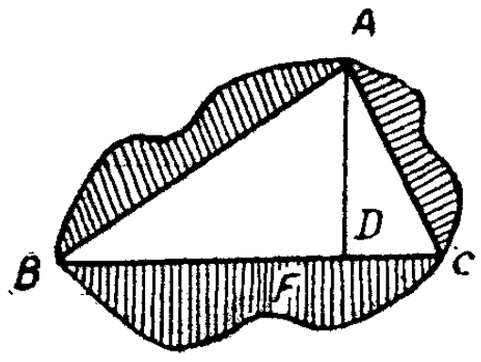


Fig. 1.

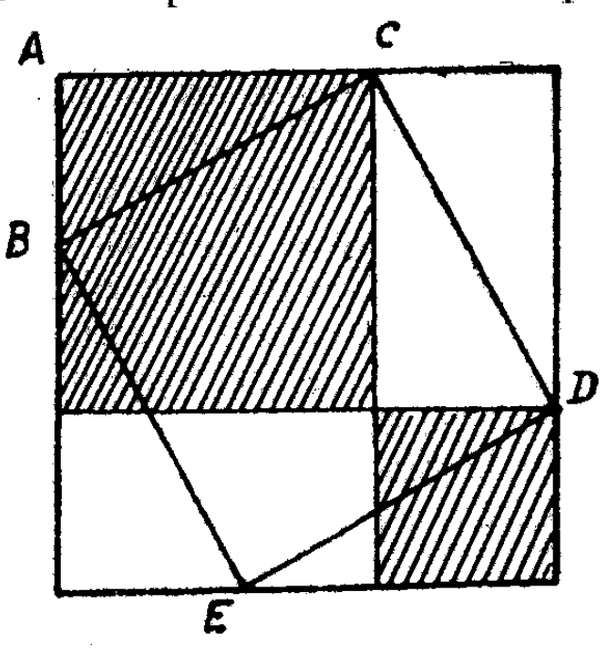


Fig. 2.

que se meut dans son plan, le mode de calcul permanent qui détermine la trajectoire d'un point de la plaque revêt, *ipso facto*, un caractère causal, précisément, en raison de la généralité du problème, où l'on abstrait telle ou telle spécialisation imposée au profil de la plaque. Mais dans notre exemple particulier, ce profil était une parabole, roulant sans glisser le long de la droite $x'x$, et nous devions expliquer comment ces circonstances impliquaient pour la trajectoire la forme chaînette. D'où un déplacement important de la causalité.

Ai-je besoin de mettre en garde contre une limitation trop étroite du mot causalité ? Cela consisterait à imputer toujours un phénomène déterminé à une cause unique et à imaginer d'une manière exclusive des chaînes A, B, C,

---

(1) Lorsqu'on cherche la figure d'équilibre d'un fil homogène pesant, inextensible et parfaitement flexible, l'on trouve encore une chaînette, ce qui explique l'origine du nom donné à cette courbe ; mais son intervention se produit ici dans des circonstances différentes. Dans un plan vertical toute chaînette d'axe vertical peut fournir une position d'équilibre, et pour cette raison, l'explication cherchée ne procède pas de la propriété différentielle du premier ordre.

(2) Il peut se faire qu'une démonstration soit intuitive et non causale. Prenons, par exemple, le théorème de Pythagore, pour un triangle rectangle ABC, en menant la hauteur AD, nous obtenons deux triangles DAB et DAC semblables au triangle initial. Les rapports de similitude respectifs étant $\frac{b}{a}$ et $\frac{c}{a}$, nous avons, puisque la réunion de ces triangles est l'aire totale

$$\frac{b^2}{a^2}+\frac{c^2}{a^2}=1$$

C'est la démonstration causale sur laquelle nous reviendrons vers la fin de cet exposé. On cite souvent le principe d'une démonstration intuitive, que le lecteur pourra établir à l'aide de la figure ci-contre, où les deux carrés égaux à ceux qu'on peut construire sur les côtés AC et AB de l'angle droit sont hachurés, le carré construit sur l'hypoténuse BC étant BCDE. Il suffit de noter que pour passer de celui-ci au grand carré, il faut accroître l'aire d'une quantité égale à celle qui serait nécessaire pour passer de la réunion des aires hachurées au même grand carré. Mais ce raisonnement, si intuitif soit-il, n'est pas causal.

D... où A est regardé comme la cause de B, B comme la cause de C, C comme la cause de D, etc... Une telle conception empreinte de l'idée de succession temporelle serait particulièrement nuisible au progrès de la Science et à diverses reprises, des anathèmes ont été lancés contre elle, notamment par les économistes mathématiciens, depuis Cournot (1). Pour nous, l'étude de la causalité va s'étendre aux relations d'interdépendance d'une nature plus générale que la relation considérant A comme la cause de B. Et nous verrons que la complexité croissante de cette interdépendance est l'une des marques les plus frappantes de l'évolution récente des théories physiques.

Ces divers points nous expliquent bien les préventions des Sciences exactes à l'égard du mot *causalité*, qui une fois adopté devait y acquérir, comme vous le pressentez, une certaine élasticité de sens.

Toutefois, sans avoir été explicitement requise pendant cette période, l'idée de la causalité a dominé le développement de la Science depuis les travaux d'Evariste Galois sur la résolution des équations algébriques. Quant au mot causalité lui-même, son emploi dans la langue mathématique remonte aux profondes études de M. Painlevé sur les principes de la Mécanique classique. L'exubérance extraordinaire des théories physiques, écloses sous l'influence plus ou moins directe de M. Einstein, a contribué à multiplier les discussions autour de la causalité, non pas que ces théories aient universellement répandu une impression causale, mais plutôt que nombre d'entre elles aient fait soupirer après la causalité un peu sacrifiée (au moins pour ceux qui prennent ce mot dans un sens trop étroit).

Somme toute, les aspirations vers la causalité, nées d'une longue série de recherches mathématiques, ont été tour à tour stimulées et contrebattues, depuis le début de ce siècle, par les courants inconstants de la Physique. Mais voilà précisément que la Mécanique atomique répudie l'idée même de causalité, en installant la tendance probabiliste là où le déterminisme avait jusqu'à présent régné.

C'est ce tableau que je voudrais brosser à grands traits, en laissant de côté les débats récents soulevés à propos de la Mécanique atomique. Ces derniers étant à l'ordre du jour, j'aurai l'avantage de présenter ici une partie du sujet qu'on a tendance à laisser un peu dans l'ombre.

II

D'abord, au XIX^e^ siècle, s'il n'a guère été question de causalité dans les sciences déductives, on peut voir du moins, dans beaucoup de travaux de cette période, une tendance à mieux dégager la raison profonde des résultats obtenus. C'est ce que nous allons montrer dans la théorie des équations en examinant brièvement dans ses principes l'œuvre d'Evariste Galois.

Au XVIII^e^ siècle, Lagrange s'était occupé des mêmes questions. Il avait comparé les méthodes données avant lui pour la résolution des équations du troisième et du quatrième degré.

Il avait reconnu le principe général de ces tentatives dans l'obtention d'une équation dite *résolvante*, tirant son efficacité de l'infériorité de son degré à celui de l'équation initiale : l'inconnue auxiliaire introduite avait apparu à Lagrange comme moins sensible à une permutation des racines qu'une expression formée arbitrairement de ces mêmes racines. Par exemple, en appelant x_1, x_2, x_3, x_4 les racines d'une équation du quatrième degré, une permutation des racines donnerait à l'expression

$$x_1 + 2x_2 + 3x_3 + 4x_4$$

vingt-quatre valeurs différentes, tandis qu'elle en donne trois seulement à l'expression

$$x_1\ x_2 + x_3\ x_4$$

Lagrange avait donc compris l'importance des substitutions en pareille matière. Mais d'un autre côté, il s'attachait, d'une manière exclusive, à résoudre les équations par des extractions de racines.

Et sans doute, touchons-nous à la raison profonde qui empêcha Lagrange, aussi bien que ses brillants continuateurs Gauss et Abel, d'apercevoir ce qui gouverne les propriétés d'une équation algébrique.

A la suite de ces efforts, l'importance des substitutions apparaissait et Cauchy songea, le premier, à les considérer pour elles-mêmes. Il étudia d'une manière systématique les collections de substitutions telles que la nouvelle substitution qui synthétise deux d'entre elles, effectuées l'une après l'autre, fasse elle-même partie de la collection considérée. C'est ce que l'on appelle un *groupe*. Cette notion, l'une des plus abstraites qu'il ait été donné aux mathématiciens de considérer, est aussi l'une des plus fécondes. Et sa valeur tient justement à son affiliation étroite avec la causalité, affiliation qui n'est apparue qu'à la longue à la faveur d'une conception élargie (dans la direction d'interdépendance précédemment indiquée) de la causalité.

Sans anticiper sur ce point, notons la forme généralisée donnée par Galois au problème de la résolution des équations. Les racines de l'équation

$$x^2 - x - 1 = 0$$

sont étrangères à l'ensemble des nombres ra-

(1) Cf. F. Bompaire. L'économie mathématique, « Revue d'Economie politique », numéro de juillet-août 1932.

tionnels. Mais, si l'on envisage les nombres de la forme

$$a + b\sqrt{5}$$

où a, b représentent des quantités rationnelles, on peut dire que ces nombres constituent un *domaine de rationalité* élargi par l'adjonction de l'irrationnelle $\sqrt{5}$ au domaine initial; et dans ce nouveau domaine, les racines de la proposée se calculent rationnellement.

Cela posé, en présence d'une équation quelconque, dont les coefficients sont prélevés sur un certain domaine de rationalité, Galois cherche une adjonction telle que les racines de la proposée soient englobées dans le nouveau domaine de rationalité issu de cette adjonction. Auparavant, il porte son attention sur les fractions rationnelles des racines dont les valeurs numériques appartiennent au domaine de rationalité primitif ; comme Galois le montre, ce sont celles dont les valeurs numériques sont respectées par certaines substitutions, formant un groupe, qu'il appelle le *groupe de l'équation (relativement au domaine de rationalité considéré)* : et ce groupe donne la clef de toutes les propriétés de l'équation considérée et par surcroît, des équations ayant le même groupe.

Par exemple, pour une équation écrite au hasard, ce groupe contient toutes les substitutions réalisant, sans omission, les diverses permutations de n lettres. Dans ce groupe, comme dans tous ceux que nous rencontrerons, on prend soin d'écrire la substitution identique, c'est-à-dire celle qui laisse inchangée une permutation quelconque. Cela dit, le groupe de toutes les substitutions possibles de n lettres, qu'on appelle aussi *groupe symétrique*, contient un nombre N de substitutions égal au produit des n premiers nombres entiers ou factorielle ; si rien ne particularise une équation, son groupe est le groupe symétrique : autrement dit, les seules fonctions rationnelles des racines dont la valeur numérique appartient au même domaine de rationalité que les coefficients, sont les fonctions symétriques, c'est-à-dire numériquement inaltérées par une substitution quelconque appliquée aux racines.

En revanche, prenons avec Abel une équation sur laquelle on possède d'avance ce renseignement : une certaine quantité a ne peut être racine sans qu'il en soit de même de $f(a)$, en appelant f une fonction rationnelle du même domaine que les coefficients de l'équation (1). En posant $b = f(a)$, il est manifeste que $c = f(b)$ est une nouvelle racine. A ce jeu d'échanges, qui de a mène à b, de b mène à c, etc..., nous finirons par fermer le cycle. Les racines de l'équation vont se partager également en un certain nombre de cycles. Il n'y en a qu'un, donnant le groupe, si le degré est premier. Sinon, il peut y avoir plus d'un cycle et alors on remarque la décomposition de l'équation en autant d'équations partielles qu'il y a de cycles, chaque racine d'une de ces équations partielles s'exprimant rationnellement à l'aide d'une racine particulière unique de cette équation.

On voit maintenant, relativement à un domaine de rationalité préalablement donné, la différence entre une équation générale et une équation spéciale. Une équation qui était générale dans un certain domaine de rationalité pourra devenir spéciale dans un domaine de rationalité plus large. Et ce que cherche justement Galois, c'est à réaliser, par une ou plusieurs adjonctions, un domaine où se présente pour l'équation une telle particularité. Il prolonge ainsi les résultats obtenus pour les équations des troisième et quatrième degrés, qu'on avait pu résoudre par radicaux, c'est-à-dire par adjonction des racines de certaines équations binômes. Naturellement, sa méthode consiste toujours à étudier la répercussion de telle ou telle adjonction sur le groupe de l'équation (1).

(1) Fonction qui se réduirait au carré de a pour l'équation

$$\frac{x^n - 1}{x - 1} = 0$$

III

J'en ai dit assez pour montrer comment le point de vue de Galois constitue, dans cette question difficile, une restauration de la causalité, pour montrer aussi ce que la mort prématurée de Galois a fait perdre à la science. Les dernières heures, si tragiques, de sa vie mouvementée, me font évoquer la captivité de Poncelet : pris, en 1812, avec l'arrière-garde de l'armée de Ney qui repassait le Dnieper, il fut conduit à pied jusqu'à Saratov, parcourant ainsi, en 4 mois, et à une température qui descendit au-dessous de —40°, quelque 1.200 km. Et, dans le cadre des rives mornes du Volga, le prisonnier trouva dans la géométrie un précieux dérivatif. N'ayant à sa disposition aucune note, aucun livre, il dût, ayant remis en ordre ses souvenirs, tout créer par lui-même, et « ce fut sa captivité qui libéra, en quelque sorte, son admirable puissance d'invention géométrique ».

Si j'emprunte à M. Maurice d'Ocagne (2) ces détails, ce n'est pas tant pour faire diversion que pour noter les conditions dans lesquelles l'activité de Poncelet pouvait s'exercer ; elles étaient, semble-t-il, très propices à l'éclosion d'une contribution importante au problème de

(1) Voir les derniers chapitres du tome III du « Traité d'Analyse », de M. Emile Picard.

(2) Hommes et choses de Science. Paris, Vuibert, 1930.

la causalité dans le labyrinthe géométrique. Ce dernier terme n'est pas outré. On avait abusé des démonstrations analytiques masquant la raison profonde des faits. Et l'heure de la réaction avait sonné ; certes, elle a eu plus d'un ouvrier et à cet endroit, je pourrais citer Poinsot et quelques autres. Mais c'est à Poncelet, s'engageant dans une voie où Pascal et Désargues avaient marqué, bien avant lui, les premiers pas, que nous devons le *Traité des propriétés projectives des figures.*

Une ère nouvelle s'ouvre pour la science. Dans les livres classiques sur la géométrie, on distinguera désormais deux sortes d'énoncés ceux qui sont projectifs et ceux qui ne le sont pas. D'une manière plus précise, nous séparons aujourd'hui les théorèmes de la géométrie en trois catégories suivant :

1°) Qu'ils sont inaltérés lors d'une similitude à l'exemple du théorème du carré de l'hypoténuse et de ses conséquences ;

2°) Qu'ils sont inaltérés lors d'une projection cylindrique à l'exemple du théorème énonçant l'alignement des milieux des diagonales, pour un quadrilatère complet ;

3°) Qu'ils sont inaltérés lors d'une projection conique, à l'exemple du théorème d'après lequel chaque diagonale d'un quadrilatère complet est divisée harmoniquement par les deux autres.

Voilà donc la géométrie usuelle découpée en trois secteurs auxquels on donne les noms suivants :

1°) Géométrie métrique (c'est l'ensemble des théorèmes invariants lors d'une similitude) ;

2°) Géométrie linéaire (c'est l'ensemble des théorèmes invariants par projection cylindrique) ;

3°) Géométrie projective (c'est l'ensemble des théorèmes invariants par projection conique.

Et le problème de causalité se fait sentir plus pressant : est-il possible de disjoindre ces secteurs, de conférer à chacun d'eux l'autonomie logique?

Par la réponse affirmative qui, nous le savons, résoud cette question, nous apprécions à leur valeur les éléments apportés par Jean-Victor Poncelet, comme aussi, dans la même branche, par son émule Michel Chasles, au problème de la causalité géométrique.

IV

Ces éléments préparent, d'une manière décisive, le pas important qui reste à franchir, pour unifier tout ce qui touche à la recherche des relations causales dans le domaine géométrique.

C'est ici que la notion de groupe reparaît. Après Poncelet et Chasles, il n'y aurait eu, semble-t-il, que peu de mots à dire, les transformations ayant été mises au premier plan, pour qu'on vît se dégager nettement ces vérités presque évidentes.

1°) La géométrie métrique coïncide avec le champ d'invariance, qui correspond au groupe de similtudes ;

2°) La géométrie linéaire (ou affine) coïncide avec le champ d'invariance qui correspond aux transformations linéaires (1) ;

3°) La géométrie projective coïncide avec le champ d'invariance qui correspond aux transformations homographiques (2).

Et, l'autonomie logique ayant été reconnue pour chacune de ces branches de la géométrie, il semblait déjà naturel de proclamer qu'il y a en réalité, non pas une géométrie, mais divers systèmes de géométrie, et que chacune d'elles s'attache à un groupe particulier de transformations. Toutefois, même après Poncelet, ce fruit, en bonne voie de développement, n'est pas encore mûr. Pour qu'il se détache, faut-il que les géométries non-euclidiennes aient préparé, par leurs effluves, une ambiance favorable, que Gauss et Riemann aient publié leurs profonds travaux, l'un sur les propriétés d'une surface courbe, l'autre sur la géométrie différentielle prise d'un point de vue plus général ; alors se dégage le rôle essentiel de l'élément de distance, et le moment est propice à l'illustre Norvégien Sophus Lie pour reviser, à la lumière de la théorie des groupes les fondements de la géométrie. Il est le premier à dégager la liaison biunivoque entre les systèmes de géométrie d'une certaine catégorie et les groupes de transformations. Notre géométrie métrique correspond au groupe des similitudes, la géométrie linéaire au groupe des transformations linéaires, la géométrie projective au groupe des transformations homographiques : le premier de ces groupes est inclus dans le second, et le second dans le troisième : mais on peut distinguer dans ce dernier d'autres sous-groupes ; notamment dans une voie préparée par Cayley, celui des transformations projectives qui laissent inaltérée une surface du second degré (chaque point de cette surface devenant un nouveau point de cette même

(1) Les transformations linéaires généralisent celles qui résultent d'une projection cylindrique. Pour définir une transformation linéaire de plan à plan, donnez-nous trois points, O, A, B, du premier plan et les points O', A', B', qui leur correspondent dans le second, et au point M du premier plan tel que

$$\overrightarrow{OM} = x\,\overrightarrow{OA} + y\,\overrightarrow{OB}$$

attachez le point M' du second plan tel que

$$\overrightarrow{O'M'} = x\,\overrightarrow{O'A'} + y\,\overrightarrow{O'B'}$$

(2) Les transformations homographiques généralisent les projections coniques ; pour leur définition, voir mon « Cours de Géométrie analytique » (Vuibert).

surface), s'identifie, pour certains choix de cette surface, avec le groupe attaché à la géométrie de Lobatchefsky. Et la route ainsi tracée, sur laquelle Félix Klein et Henri Poincaré suivent bientôt les pas de Sophus Lie, va canaliser une part considérable de l'activité physico-mathématique.

V

Toutefois, dans ce mouvement grandiose de la pensée géométrique, le mot de causalité ne semble guère avoir été prononcé, jusqu'au jour où la revision des principes de la mécanique a été pour M. Paul Painlevé l'occasion d'appeler, entre autres, l'attention des savants sur les interprétations différentes que scholastiques d'une part, coperniciens de l'autre, dans leurs conceptions sur la dynamique universelle, avaient donné du principe de causalité.

D'après M. P. Painlevé, ce principe doit être énoncé comme suit :

Lorsque les mêmes conditions sont réalisées, à deux instants différents, en deux lieux différents de l'espace, les mêmes phénomènes se reproduisent, transportés seulement dans le temps et dans l'espace.

Etablir une telle assise à la base de la mécanique, c'est prolonger directement l'installation des déplacements ou des similitudes à la base de la géométrie.

Le point de vue précédent ayant été admis, pour déterminer la cause du mouvement des planètes, on cherchera les caractères cinématiques communs à leurs marches respectives. Ces caractères résident dans l'accélération, sur laquelle se concentrent les particularités permettant d'unifier la marche des nombreux corps, qui depuis Mercure jusqu'à Pluton gravitent autour de notre soleil.

Notre principe directeur est ici la méthode des transformations réalisée, si je puis dire, sous la forme du changement de planète et, associée à la recherche des invariants correspondants.

L'on obtient finalement une Dynamique dont les lois trouvent leur expression, en quelque sorte naturelle, vis-à-vis d'un trièdre, par rapport auquel le centre des masses du système solaire demeure fixe et par rapport auquel les étoiles fixes conservent des directions invariables. Ainsi que l'a très justement observé M. Jean Le Roux, ce trièdre réalise un minimum pour la force vive relative de l'ensemble de l'Univers observable (1).

A ce système de référence, on pourrait d'ailleurs substituer tout autre système doué, relativement à lui, d'un mouvement de translation rectiligne et uniforme : c'est ce qu'on exprime en disant que les équations de la Mécanique classique sont invariantes par le groupe de Galilée (1), qui donne en fin de compte l'essence causale de la Dynamique newtonienne comme le groupe des similitudes exprime l'essence causale de la géométrie métrique.

Et maintenant j'énonce le principe qui se dégage déjà de l'ensemble des travaux que nous venons de passer en revue :

A chaque groupe de transformations, est lié un champ d'invariance, c'est-à-dire un système de propriétés invariantes par les transformations du groupe. Un tel champ représente pour nous un DOMAINE DE CAUSALITÉ, *vu que les causes invariantes par les transformations du groupe ne peuvent produire que des effets eux-mêmes invariants par ces transformations.*

Le présent énoncé n'est qu'une variante de cet autre qui, pour les systèmes géométriques autonomes précédemment cités, affirmait : chacun de ces systèmes correspond à un groupe. Mais, sous la dernière forme, nous atteignons une généralité plus grande, à laquelle on peut rallier également ce que nous disions tout à l'heure de la Dynamique newtonienne et tout au début de la théorie de Galois ; car l'idée de groupe s'applique également aux diverses projections des figures, aux transformations géométriques ou cinématiques, aux substitutions permutant entre elles les racines d'une équation ou même les planètes du système solaire. On voit combien est importante la contribution de l'idée de groupe au problème de la causalité. La recherche de la solution en sera désormais facilitée, sans prétendre d'ailleurs le moins du monde que le travail soit terminé : une question de géométrie ayant été, par exemple, reconnue invariante par projection cylindrique, son analyse causale peut encore comporter des parties difficiles.

VI

Quoi qu'il en soit, l'étroite liaison entre groupe et causalité semble avoir guidé le courant d'où est issue la Mécanique de la Relativité restreinte. Les aspirations à l'unité de la Physique venaient de se heurter à une constatation inattendue : le fait, pour les équations de la Dynamique newtonienne d'une part, et celles de l'électro-magnétisme d'autre part,

(1) J. Le Roux, « Principes mathématiques de la théorie de la gravitation », Gauthier-Villars, 1931.

(1) Pendant la courte durée des phénomènes dynamiques observés d'une manière très courante à la surface de la Terre, le mouvement d'axes liés à l'écorce terrestre par rapport aux axes précédents diffère très peu d'une translation rectiligne et uniforme. Et cette circonstance favorable nous a permis de reconnaître l'unité des lois en Mécanique terrestre et en Mécanique céleste.

d'appartenir à des champs d'invariance bien distincts, attachés à des groupes différents (celui de Galilée pour la Dynamique et celui de Lorentti pour l'électromagnétisme).

D'où une discordance dans la causalité, qui faisait conclure à l'impossibilité de mettre, dans une même synthèse logique, l'électro-magnétisme en prolongement de la Mécanique.

Pour faire cesser cette incompatibilité, et restaurer l'unité d'essence des lois physiques, il suffisait de retoucher les équations de la Dynamique, d'une manière imperceptible pour les vitesses, même balistiques ou planétaires. Cette retouche s'attachait à soumettre la Dynamique au groupe de l'électro-magnétisme, en concédant de ce fait à la vitesse de la lumière un rôle important, voire même décisif dans la manière de concevoir toutes les notions à la base de la mécanique. On considérait donc désormais un groupe comme un cadre délimitant la prétendue causalité pour une de ces théories physiques dont Duhem avait souligné le caractère provisoire, et on pouvait traduire cet état d'esprit, en disant : pour le physico-mathématicien, les groupes font partie du matériel causal. La théorie, dont ils déterminent l'option, pour devenir vraiment objective doit encore s'imposer par d'autres titres, et cela est bien naturel, si l'on songe que la contribution des groupes, en matière d'analyse causale, ne vise pas à être complète.

Insignifiant au point de vue du pur calcul, le coup de pouce vers la Relativité restreinte n'alla pas sans provoquer de scandale : le changement de groupe que M. Einstein préconisait attaquait de front nos associations intellectuelles les plus familières et dans l'ordre spatial et dans l'ordre temporel. La notion de simultanéité de deux événements perdait son sens absolu, deux événements reconnus synchrones par un observateur au repos sur la voie ferrée cessant de l'être (en principe) pour le voyageur entraîné dans un rapide. Il fallait donc lier indissolublement l'espace au temps : et cette soudure parût choquante, même aux mieux persuadés de la caducité des théories physiques, à qui l'on demandait par extension d'admettre aussi la fragilité de nos représentations familières de la nature.

En réalité, toute difficulté cesse si nous consentons à reconnaître l'imperfection de nos descriptions du monde extérieur, qu'elles se bornent à résumer nos impressions primitives ou qu'elles prétendent être plus affinées. Essayer d'adapter à la réalité certains schèmes, voilà sans doute tout ce que nous pourrons faire. Et les schèmes *les plus simples* qui se présentent à ce point de vue s'attachent à certains groupes. Deux groupes de structure différente peuvent convenir l'un et l'autre à la représentation d'une catégorie de phénomènes, si les grandeurs entrant en ligne de compte sont astreintes, au cours de leur variation, à ne pas franchir certaines limites. Ainsi, lorsque les vitesses ne sont pas trop grandes, il n'y a pas de différence pratique entre la Mécanique newtonienne et celle de la Relativité restreinte. Par contre, dans les expériences de Kaufmann et Bücherer où des corpuscules matériels atteignent des vitesses comparables à celle de la lumière, la Mécanique classique perd son efficacité pour céder le pas à la Relativité restreinte. C'est l'une des raisons de la faveur de cette théorie, à laquelle s'ajoute la solidarité remarquable établie par elle entre la masse et l'énergie, dans un sens qui concordait avec les vues antérieures des physiciens, à la suite des recherches sur les rayons cathodiques, la radioactivité, etc... ; à laquelle s'ajoute encore l'interprétation de la célèbre expérience de Michelson. C'est pourquoi l'on peut dire, avec M. G. Darmois (1) que la Relativité restreinte est « l'une des parties les plus solidement intégrées de la Physique Moderne, l'une des plus indispensables à la pensée du physicien ».

Mais tout cela ne diminue en rien la valeur des notions de temps et simultanéité dans la vie journalière.

En résumé les scandales de l'espace-temps, que certains s'amusèrent à souligner d'exemples paradoxaux, proviennent d'un changement de la structure du groupe dont on fait dépendre la causalité ; et cette dernière, au cours d'un tel changement, fait des bonds déconcertants. Cela, parce que la structure est d'essence intégrale, c'est-à-dire imprègne dans sa totalité l'être auquel elle appartient ; et cet être, au lieu de se confondre avec la réalité, lui est seulement tangent, le raccord permettant l'application du schème n'étant valable, qu'entre certaines limites.

Pour confirmer en passant ces effets déconcertants pouvant résulter du changement de structure, il me suffit d'attirer l'attention sur le point suivant : prenons une épicycloïde et changeons très peu le rayon du cercle qui roule sur le cercle de base, de manière que, d'abord rationnel, le rapport des rayons cesse de l'être ; on substitue à une courbe fermée une courbe qui vient progressivement emplir une aire (2). Sur un trajet de durée finie, notre ligne n'a pas cessé de rester très voisine de ce qu'elle était initialement, mais dans son intégralité, la courbe est profondément modifiée, et quiconque ayant adapté, à la représentation d'un phénomène, un portion de la courbe initiale avec assez de succès pour persuader que la courbe, en sa totalité, est

(1) G. Darmois, « La théorie einsteinienne de la gravitation » (Collect. des Actualités Scientifiques, Hermann, Paris 1933).

(2) Sans toutefois en épuiser tous les points, comme le faisait la courbe de Peano.

une émanation directe du phénomène, va déchaîner un scandale, rappelant ceux de l'espace-temps, s'il veut opter ensuite pour une portion de la ligne voisine, qui finit par recouvrir toute une couronne.

VII

La Relativité restreinte, qui vient de nous occuper, porte l'indice d'une évolution profonde des théories physiques, où la causalité tend vers une interdépendance *a posteriori* : ces théories, qui demandent tour à tour à divers groupes le substratum d'une explication commode, ne tireraient de leur contact originel avec ces groupes qu'une prétendue causalité. Mais comme nous l'avons vu pour la Relativité restreinte, leur objectivité peut se trouver renforcée par d'autres considérations.

C'est sur une impression faite d'éléments assez divers, qu'apparaît en 1915, la Relativité généralisée, ayant pour objet principal une interprétation nouvelle de la gravitation et des lois de propagation de la lumière. L'expérience du tube de Newton nous apprend que, dans le vide, tous les corps tombent également vite. Par suite, la gravitation est une propriété indépendante de la substance qui la subit ; et cela fait évoquer :

Le volume de la sphère
Egalant, si je sais le faire,
Les quatre-tiers de ΠR^3
Qu'elle soit en fer ou en bois !

Autrement dit, cela suggère un rapprochement d'après lequel la gravitation, tout comme le volume de la sphère, apparaît réductible aux espèces purement géométriques. Mais, elles sont fort larges. La géodésie d'une surface est une géométrie particulière, et l'arbitraire qui préside au choix d'une surface montre tout l'arbitraire que comporte l'option pour tel ou tel système de géométrie.

Nous venons de voir qu'il y a des géométries procédant de certains groupes de transformations. Mais ce sont là des géométries particulières : pour deux dimensions, les surfaces dont elles fournissent la géodésie appartiennent à des types spécialisés (surfaces à courbure totale constante). Et il a fallu s'adresser à un type plus général, considéré pour la première fois par Riemann, pour englober, au même titre que la géodésie de surfaces quelconques, la géométrie qui convient à décrire la gravitation. D'ailleurs, en Dynamique classique, on avait déjà trouvé l'occasion d'un recours efficace aux géométries de Riemann : deux systèmes matériels, soumis à des liaisons sans frottement et traductibles en termes finis, peuvent, alors même que leurs constitutions matérielles diffèrent, voir leur mouvement soumis aux mêmes équations différentielles. On dit en ce cas que les deux systèmes sont *dynamiquement équivalents*.

Cela posé, dans des cas étendus, la dynamique d'un système matériel du genre indiqué peut se ramener à celle du point dans un espace riemanien ayant autant de dimensions que le système a de degrés de liberté. Cette conception donne, par intuition prolongée, une représentation quasi-concrète de certains aspects du mouvement, notamment des petites oscillations autour d'une position d'équilibre stable.

Revenons à la gravitation et regardons un instant la vitesse de la lumière comme infinie, ce qui donnerait à la notion de simultanéité un sens absolu. A proximité de l'écorce terrestre nous percevons de suite que la géométrie de la gravitation ne saurait être la géométrie euclidienne : en effet, un phénomène n'est réductible à cette dernière que s'il est invariant par le groupe des déplacements ; les lois d'équilibre thermique dans un conducteur, par exemple, possèdent cette invariance ; pour un tel phénomène, aucune direction de l'espace ne se distingue des autres. Dans la gravitation au contraire, nous voyons, en restant à proximité de la terre, que la verticale a un rôle privilégié, ce qui justifie bien notre énoncé négatif.

Plaçons-nous maintenant à grande distance de toute masse planétaire ou astrale. Alors, la gravitation devient pratiquement nulle, et, dans une cellule assez vaste de l'espace, la géométrie redevient euclidienne, toutes les directions retrouvant leur équivalence.

Par suite, la géométrie de la gravitation sera presque euclidienne, loin des masses ; elle ne pourra par contre être euclidienne à proximité de ces dernières. D'où l'idée d'Einstein, d'une géométrie déterminée par les masses en présence.

Ce qui est plus difficile, c'est de préciser ce mode de détermination. M. Einstein a résolu le problème, en incorporant à sa synthèse les résultats de la Relativité restreinte sur les mouvements dont la vitesse est grande. Dans cette intention et aussi dans le but de lier à la gravitation la propagation de la lumière, le savant physicien reprend son espace-temps, variété non euclidienne à quatre dimensions au sein de laquelle les lignes d'univers des masses gravifiques jouent le rôle d'éléments singuliers. La loi de gravitation de M. Einstein gouverne la répartition des courbures dans cette variété, compte tenu de ses quatre dimensions, de la signification physique de sa métrique différentielle (1) et enfin de l'intervention spéciale des

(1) Cette métrique définit, entre deux événements spatialement et temporellement rapprochés, l'invariant qui, par un choix d'axes rectangulaires dans la petite cellule

lignes d'univers du soleil, des planètes et de leurs satellites, les singularités respectives localisées sur ces lignes étant plus ou moins marquées, suivant la masse et l'énergie plus ou moins grandes de chacun de ces corps. C'est l'influence mutuelle qu'exercent ces lignes singulières lorsqu'elles coexistent sur un espace-temps respectant la loi de courbure de M. Einstein, qui désormais, remplace les prétendues attractions à distance de la théorie newtonienne. Et la loi de propagation de la lumière est celle qui ramène les lignes d'univers des rayons lumineux aux géodésiques dont toute portion correspond à un intervalle nul.

En fin de compte, les relations de cause à effet, ou mieux, d'interdépendance, qui se présentent dans le problème de la gravitation, ont été identifiées par M. Einstein à celles qui se présentent dans un problème, très aidu, de géométrie des hyperespaces. C'est ce qu'on exprime en disant que le phénomène de la gravitation a été géométrisé.

Et l'on a montré ensuite que d'autres phénomènes, ceux de l'électro-magnétisme notamment, peuvent eux-mêmes se géométriser. A vrai dire, comme l'ont prouvé les belles recherches de M. Elie Cartan, les systèmes de géométrie forment un ensemble d'une richesse telle que la théorie physique, dans ce nouveau style, n'aura guère que l'embarras du choix. Mais l'indétermination est réduite du fait que deux solutions, différentes en principe, peuvent s'équivaloir dans le champ que la précision de nos mesures ne saurait dépasser. Aussi, les constructions théoriques proposées dans ce sens devront-elles se recommander, pour être retenues de préférence, par des avantages supplémentaires. Quoi qu'il en soit, sans être pessimiste, peut-on dire que l'école physico-mathématique née de la Relativité générale s'en remet pour une grande part au géomètre pour le soin de débrouiller les relations de solidarité, entre les phénomènes physiques.

VIII

Dès lors, l'attention se retourne vers les Mathématiques, à commencer par les plus classiques, pour demander à quel point en est le problème de la causalité dans ce domaine.

Et là, nous constatons une élaboration importante, déterminée par la revision philosophique et critique des principes de l'arithmétique et de la géométrie. Cette revision, qui aboutit en dernière analyse, à la formation de *l'axiomatique*, apporte au problème de la causalité une contribution grandiose.

C'est ce qui apparaît clairement si l'on note l'un des types de questions le plus fréquemment posées au cours de ces recherches, il s'agit, étant donné un faisceau d'axiomes, de savoir si ces axiomes sont dépendants ou non. On pourrait dire d'un tel problème qu'il est de pure logique, c'est cependant il faut bien le reconnaître, c'est par des considérations géométriques, rendues délibérément aussi concrètes, aussi intuitives que possible, que de tels différends ont été finalement tranchés.

Le souci de la causalité qui animait le travail critique, s'est transmis d'une manière insensible au travail constructif d'autant mieux que ces deux genres d'activité sont, en fait, inséparables. Cette tendance s'est manifestée d'abord dans le domaine de la théorie des fonctions, qui, vis-à-vis de la causalité a toujours eu, de par sa nature même, un rôle privilégié. Rappelons à cette occasion l'influence exercée dans ce champ par l'introduction des imaginaires : par elles, une équation algébrique a toujours autant de racines qu'il y a d'unités dans son degré, par elles s'éclairent les conditions requises pour la convergence du développement taylorien d'une fraction rationnelle autour d'un point (1); ces phénomènes et d'autres du même genre ont rapidement diffusé l'idée d'un contraste entre l'axe réel où la causalité était masquée et le plan de la variable complexe où toutes relations causales s'éclairaient. Lorsqu'on définit, sur l'axe réel, une fonction, même douée d'une dérivée continue, son diagramme peut fort bien être un assemblage disparate d'arcs prélevés sur des lignes de nature géométrique différente : il n'y a donc aucune interdépendance entre les valeurs de la fonction dans son domaine d'existence. Au contraire, une telle solidarité se présente dans le plan de la variable complexe. Soit par exemple, en tous les points intérieurs ou périphériques d'un cercle, une fonction uniforme de la variable complexe, admettant une dérivée première. Cette hypothèse suffit pour que la fonction puisse se représenter, dans le cercle, par une série de Taylor, et qu'elle admette des dérivées de tous ordres, calculables à partir de la dite série, au moyen de la dérivation terme à terme.

spatiale, théâtre des expériences, acquiert l'expression

$$(t'-t)^2 - \frac{(x'-x)^2 + (y'-y)^2 + (z'-z)^2}{c^2}$$

où c représente la vitesse de la lumière. Cet invariant s'appelle l' « intervalle ».

(1) La fonction $\frac{1}{1+x^2}$ est continue sur la totalité de l'axe réel, et cependant son développement en série autour de l'origine ne converge que dans l'intervalle (— 1, + 1). Par contre, dans le plan complexe, où cet intervalle est supplanté par le cercle de rayon 1, la présence des points singuliers, intersection de la circonférence et de l'axe imaginaire, rend naturel le fait que la convergence ne s'étende pas au delà de ce cercle.

De tels effets ont posé, relativement à la causalité, des problèmes difficiles, notamment celui de savoir jusqu'à quel point les imaginaires sont responsables de l'interdépendance à laquelle peut être soumise la répartition des valeurs d'une fonction dans les différentes parties de son domaine d'existence. M. Emile Borel a beaucoup contribué, par ses travaux, à élucider cette question : et finalement, MM. Denjoy et Carleman ont découvert les classes de fonctions quasi-analytiques, dont chaque élément $f(x)$ est défini le long du segment (0,1) de l'axe réel, de manière à satisfaire aux conditions suivantes :

1°) En aucun point de ce segment, $f(x)$ n'est développable par la série de Taylor ;

2°) Les valeurs de $f(x)$ dans un intervalle partiel arbitrairement petit du segment (0,1) déterminent celles de la même fonction en tout autre point de ce segment.

Les imaginaires n'ont donc finalement, dans cette question d'interdépendance des valeurs de la fonction, aucun rôle causal.

IX

Nous sommes loin d'avoir épuisé les multiples aspects du problème de la causalité en mathématiques. Le début de ce siècle est, à ce titre, une date mémorable. C'est l'époque où paraissent, d'une part la thèse de M. Henri Lebesgue sur la théorie de l'intégration, thèse qui traite également de calcul des variations et de géométrie infinitésimale ; d'autre part, les travaux de Baire sur les fonctions discontinues. Au début de la célèbre monographie dont il a enrichi la Collection Borel, Baire aspire, à se débarrasser des restrictions, sans cesse introduites dans les cours d'analyse, pour aller de l'avant, et demande « s'il n'est pas possible, en remontant aux définitions premières, d'en tirer les conséquences intéressantes tout en leur conservant leur généralité ». Cela dénote un nouvel état d'esprit, imputable à l'influence des Du Bois-Reymond, des Cantor, des Jordan, des Peano, des Tannery, des Borel.

Cette tendance anime aussi la thèse de Lebesgue, contribution importante à l'œuvre de restauration causale. Elle atteint en effet dans ses œuvres vives la géométrie infinitésimale, où la causalité avait été sacrifiée à la réussite de l'algorithme. Cette science s'était développée sur le modèle de la géométrie analytique, en supposant la dérivabilité réalisée, chaque fois qu'il est nécessaire ; finalement, le résultat, au lieu de procéder des seules hypothèses initiales, souffrait des suppositions accessoires introduites pour l'application du mécanisme cartésien.

Dans ces conditions, l'aspect des questions étudiées peut être bouleversé, comme l'a montré M. Henri Lebesgue. On croit souvent que les seules surfaces applicables sur le plan (hormis les cônes et les cylindres) sont les surfaces engendrées par les tangentes à une courbe gauche, et réciproquement, qu'une surface engendrée par les tangentes à une courbe gauche est applicable sur le plan. Chacun de ces énoncés est incorrect. D'une part, il existe des surfaces applicables sur le plan, sans contenir la moindre portion de droite (1), ou encore, on peut réaliser analytiquement de ces surfaces dont une feuille de papier indéfiniment froissée nous donne l'intuition. D'autre part, les tangentes à une courbe gauche ne décrivent une surface applicable sur le plan que si le cône directeur de cette surface a sa directrice sphérique de longueur bornée.

En même temps qu'il établissait ces résultats. M. Henri Lebesgue a souligné les hypothèses couramment admises pour légitimer ceux qu'on énonçait auparavant. Le monopole de l'applicabilité sur le plan, prêté aux surfaces engendrées par les tangentes à une courbe, ne s'exerce que dans la catégorie des surfaces douées de courbures continues.

X

Une revision de la Géométrie infinitésimale est donc apparue nécessaire, dans le sens indiqué par les desiderata de la causalité. D'après ce que nous savons des groupes, on devine qu'ils ont joué, dans cette reconstruction, un rôle essentiel (2).

Les recherches dans cette direction et quelques autres voisines apportent une objectivité toute particulière à l'idée de *démonstration causale*. Il peut arriver que l'énoncé d'un théorème, aboutissant à une conclusion fixée par avance, ne contienne aucune hypothèse superflue, toute réduction des prémisses étant de nature à compromettre cette conclusion. C'est dans ces conditions, rarement réalisées, que la démonstration sera dite : *causale*.

Sinon, à côté des hypothèses essentielles, les raisonnements introduisent en cours de route quelques-unes de ces suppositions accessoires, au sujet desquelles Baire avait émis des regrets. On assure ainsi l'efficacité d'algorithmes dont l'usage semble s'imposer universellement, et

(1) On peut obtenir dans la même voie des surfaces non convexes applicables sur la sphère, et cela montre que l'isométrie à une surface convexe d'une autre surface n'entraîne nullement (en l'absence d'autres hypothèses) la convexité de cette dernière, cela répond négativement à une question posée au début du premier de mes articles, Sur quelques points de Méthodologie géométrique (« Revue Générale des Sciences », 31 janvier 1930, p. 39).

(2) G. Bouligand. Groupes, causalité, méthodes directes. « Rev. Scientif. », numéro du 27 août 1932.

en même temps, on agrège au théorème à démontrer tout un faisceau de propositions qui sont établies en même temps que lui.

Beaucoup de propriétés des surfaces découvertes intuitivement, ont été justifiées d'une manière peu rigoureuse. C'est pourquoi l'on a construit après coup des théories analytiques validant, à la grosse, dans un champ restreint, des propriétés de ce genre. Mais l'analyse des relations causales relatives à chaque théorème est ainsi sacrifiée.

C'est en cherchant les conditions les plus larges dans lesquelles un énoncé est valable qu'on parvient à sa démonstration causale. Autrement dit, le souci de la généralité va de pair avec celui de la causalité. Et si cette remarque s'applique aux théorèmes classsiques sur la courbure des surfaces, comme le théorème de Meusnier (1), elle peut être adaptée utilement à des propsitions beaucoup plus élémentaires.

(1) G. Bouligand. Conditions pour la validité des théorèmes sur la courbure des lignes tracées sur une surface. « Journal de Villat », t. 11, 1932, p. 131-141 et 385-387.

Revenons par exemple au théorème de Pythagore : *son interprétation la plus large* consiste en ce que l'aire d'une figure F construite sur l'hypoténuse est la somme des aires des figures semblables construites sur les deux côtés de l'angle droit ; si le théorème est vrai pour un type de figure tracé sur BC, il le sera pour tous les autres types, et il suffit dès lors de le vérifier pour une configuration particulière : ce qui est immédiat en prenant le triangle ABC lui-même (les figures semblables construites sur AB et sur AC étant les triangles ABD et ACD).

X

Finalement, ces considérations font pressentir le prix des démonstrations causales. Et l'on voit, même en dehors du domaine de la Mécanique atomique, les aspects variés du problème de la causalité, où l'activité mathématique contemporaine a trouvé l'un de ses meilleurs stimulants.

LE SERVICE MÉTÉOROLOGIQUE EN AFRIQUE ÉQUATORIALE FRANÇAISE

par M. RICHARD
Ingénieur météorologiste

But du service

Le rôle du Service Météorologique de l'Afrique Equatoriale Française, jusqu'à la fin de l'année 1930, avait été surtout de recueillir une documentation permettant l'établissement de statistiques dans un but de climatologie régionale.

L'envoi d'une escadrille militaire à Bangui, au début de l'année 1931, l'ouverture projetée de la ligne France-Congo-Madagascar, devaient avoir pour conséquence d'intensifier l'effort déjà en cours en A.E.F. concernant la Météorologie et, dans ce but, M. Antonetti, Gouverneur Général de l'Afrique Equatoriale Française, prit la décision de remanier le fonctionnement du service existant. Un ingénieur météorologiste, spécialiste, entraîné à la tâche délicate de la protection de la navigation aérienne, fut désigné pour mettre au point un vaste programme à réalisations progressives.

Le siège du Service fut fixé, momentanément, non à Brazzaville, siège du Gouvernement Général, mais à Bangui (Oubangui-Chari), grand centre aéronautique, grande gare aérienne de la ligne France-Congo-Madagascar, plaque tournante de l'A.E.F.

Tout en continuant les travaux en cours, concernant l'établissement de statistiques climatologiques, ce météorologiste reçut l'ordre de porter, d'abord, ses efforts sur l'organisation d'un service de protection météorologique de déplacement d'aviation : observations journalières et matinales, rédaction et transmission de messages quotidiens pour l'Aéronautique, et éventuellement élaborations d'avis pour la prévision du temps.

Installations — Personnel — Matériel.

Le nouveau service fut installé dans un immeuble provisoire en attendant la construction d'un immeuble approprié sur un emplacement choisi à proximité du terrain d'aviation.

Les travaux d'édification de l'établissement

central météorologique de l'A.E.F. furent menés avec la plus grande célérité, cependant qu'était étudié le programme de l'organisation de la protection de la Navigation aérienne.

Cette protection consiste à fournir à l'aviateur de proche en proche, les renseignements météorologiques de tous ordres concernant les régions où il veut se rendre. Son efficacité est fonction du nombre et de l'importance des sta-

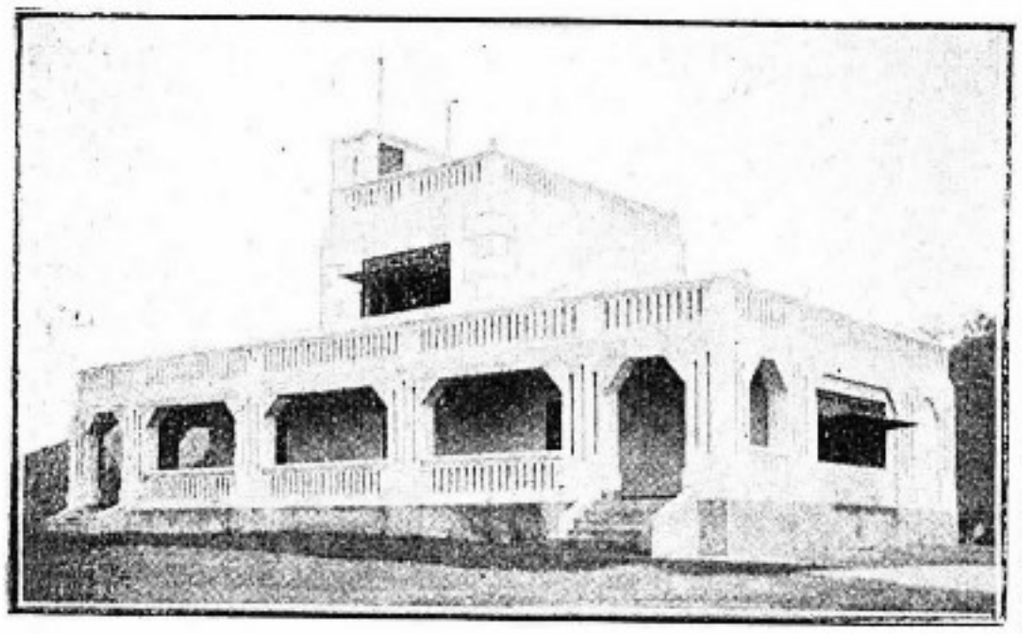


Fig. 1. — Station météorologique centrale de Bangui

tions appelées à y participer et de la rapidité avec laquelle les renseignements y sont recueillis et diffusés.

L'efficacité de cette protection est d'autant plus grande que les stations sont plus nombreuses, qu'elles disposent d'un personnel entraîné et enfin qu'elles sont bien outillées.

Le Gouverneur Général de l'A.E.F. plaça donc sous les ordres du Chef de Service, un établissement central (station centrale) recevant des renseignements réguliers de stations régionales ou principales, installées au moins dans chaque chef-lieu de Colonie, et reliées elles-mêmes à des stations de premier ordre et de second ordre disposées dans des centres d'une importance moindre.

Examinons rapidement chaque catégorie de Station.

1° *Etablissement central.* — L'établissement central se compose en principe de quatre sections.

Section de direction,
Section de recherches,
Section d'exploitation,
Section de matériel.

Au début, et pour des raisons budgétaires ou autres, ces sections peuvent être groupées, ou réduites. Leur rôle est le suivant :

1° La section de direction dirige et contrôle les opérations de tous les organes du service météorologique.

2° La section de recherches ne doit pas limiter son champ d'action à la seule science météorologique, mais encore, avec un personnel spécialisé, étudier la séismologie, le magnétisme terrestre, l'océanographie physique, etc... Elle est chargée également de la bibliothèque du service, étant appelée pour ses propres besoins à y puiser constamment.

3° La section d'exploitation assure l'établissement, après contrôle, des publications périodiques, des divulgations, des précisions, des transmissions, des calculs des moyennes et fréquences diverses, des valeurs normales, cartes, graphiques, protection aérienne, etc...

4° La section du matériel qui veille à l'emploi d'un matériel unique pour chaque catégorie de stations, effectue dans la mesure du possible la réparation du matériel des stations et procède à l'étude et à l'essai de nouveaux appareils ou instruments.

2° *Stations météorologiques régionales ou principales.* — Ces stations doivent être très complètes, pourvues d'un matériel de sondages par ballons-pilotes et susceptibles d'émettre un avis ou des prévisions locales et disposer pour cela d'un poste de T.S.F. dans la localité.

3° *Stations météorologiques de premier ordre.* — Ces stations sont pourvues d'un matériel un peu moins complet mais avec un matériel de sondages, et sont destinées surtout à fournir des renseignements météorologiques aux stations principales pour faciliter l'élaboration des prévisions et aussi pour documenter très suffisamment les aviateurs à leur passage.

4° *Stations météorologiques de deuxième ordre.* — Ces stations sont très simplement outillées, susceptibles de ne donner que quelques indications aux pilotes et surtout chargées de s'entremettre pour leur obtenir ce dont il pourrait avoir besoin du point de vue météorologique.

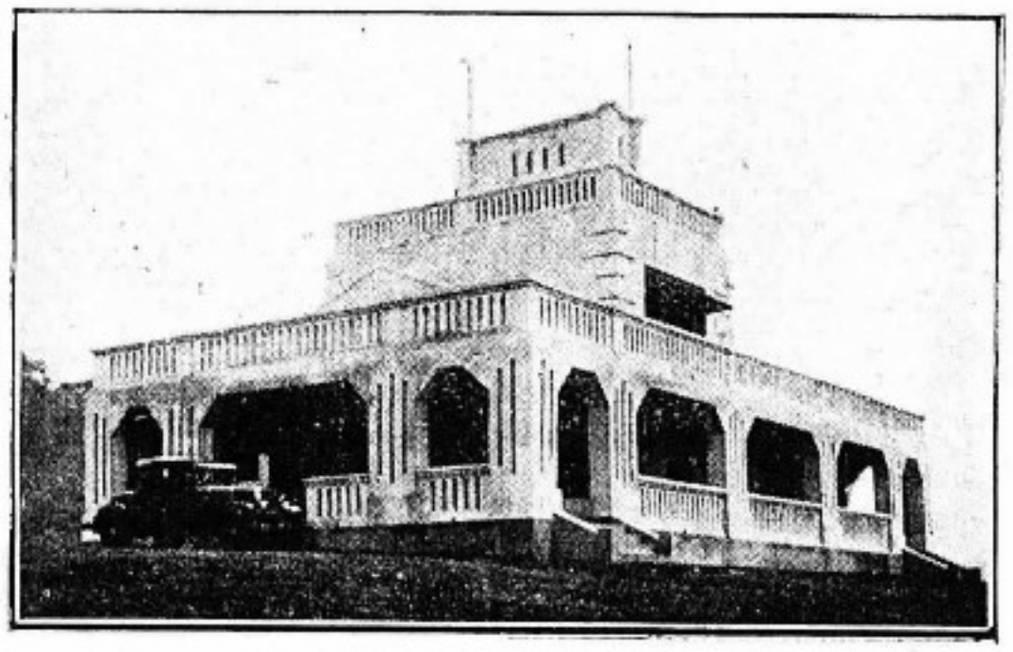


Fig. 2. — Station météorologique centrale de Bangui
Vue de côté.

Il eut fallu pour la réalisation intégrale du programme qui vient d'être exposé un personnel scientifique nombreux, des moyens de liaison perfectionnés, un matériel d'observation abondant et des ressources étendues. On ne pouvait raisonnablement pas prétendre à disposer de tout cela dès le début de l'organisation.

Néanmoins, et malgré les difficultés budgétaires du moment, un effort considérable a été fait par M. Antonetti, Gouverneur Général de l'A.E.F. pour assurer la protection météorologique de la ligne aérienne France-Congo-Madagascar et ses ramifications, dans sa partie traversant l'A.E.F.

C'est ainsi que successivement, au cours de l'année 1931 ont été créées :

1° La station centrale de Bangui, dirigée par l'Ingénieur Chef du Service, et pourvue d'un matériel moderne et de précision, comparable à celui des stations importantes de la Métropole (girouette électrique à résistances, anémomètre électromagnétique, baromètre de Fortin, thermomètres, hygromètres, théodolite, ballonnets de sondages, pluviomètre, évaporomètre, héliographe de Campbell, etc...

2° La station principale de Fort-Lamy au Tchad, dirigée par un Ingénieur adjoint, moins richement dotée en matériel, mais qui sera peu à peu complétée.

3° Des stations de premier ordre à Fort-Archambault, à Impfondo, à Brazzaville, à Pointe-Noire, dirigées par des fonctionnaires locaux et pourvues d'un matériel de première nécessité.

4° Des stations de deuxième ordre à Fort-Sibut, Bouca, Batangafo, Bria, Bambari, Bangassou, Damara, etc... (en tout 13 stations de deuxième ordre) disposant d'un matériel assez réduit.

Les 7 stations de deuxième ordre citées ci-dessus fournissent régulièrement les messages quotidiens pour l'Aéronautique.

Fonctionnement

Dans le but de réglementer le travail délicat des observations, de le rendre aussi précis que possible, de permettre de comparer entre eux les résultats obtenus, comme aussi de coordonner l'effort des observateurs, il fut rédigé de petits fascicules traitant :

1° de l'organisation d'un service de protection météorologique de déplacement d'aviation en A.E.F. ;

2° du Code international de Copenhague 1929 (extrait) pour le chiffrement et le déchiffrement des messages quotidiens ;

3° des avis de variations brusques du temps (grain ou orage, brouillard, plafond bas, vent violent) ; pour réglementer la rédaction des messages d'aggravation ou d'amélioration du temps et leur émission ;

4° des instructions élaborées par catégorie de stations, pour la réglementation des observations effectuées dans un but de climatologie générale de l'A.E.F. et comprenant pour la Station Centrale et les Stations Principales des observations horaires de 6 h. locales à 17 h. locales et pour les autres un service plus réduit comprenant plus spécialement les observations de 9 heures, 14 heures et 19 heures.

Résultats obtenus

Les tableaux qui illustrent cet article mettent en évidence les résultats obtenus au cours de l'année 1931 à la Station Météorologique Centrale de Bangui où il a été possible au cours de l'année écoulée et pour la plupart des différents éléments météorologiques d'accumuler des renseignements précis et suivis.

Ces chiffres et ces graphiques constituent le premier apport d'une année d'efforts. Ces efforts vont se développer en 1932 par suite de l'extension méthodique de l'organisation du service.

Son programme, tout d'abord, de protection de navigation aérienne, but le plus urgent à atteindre, se développe déjà sur le plan scientifique.

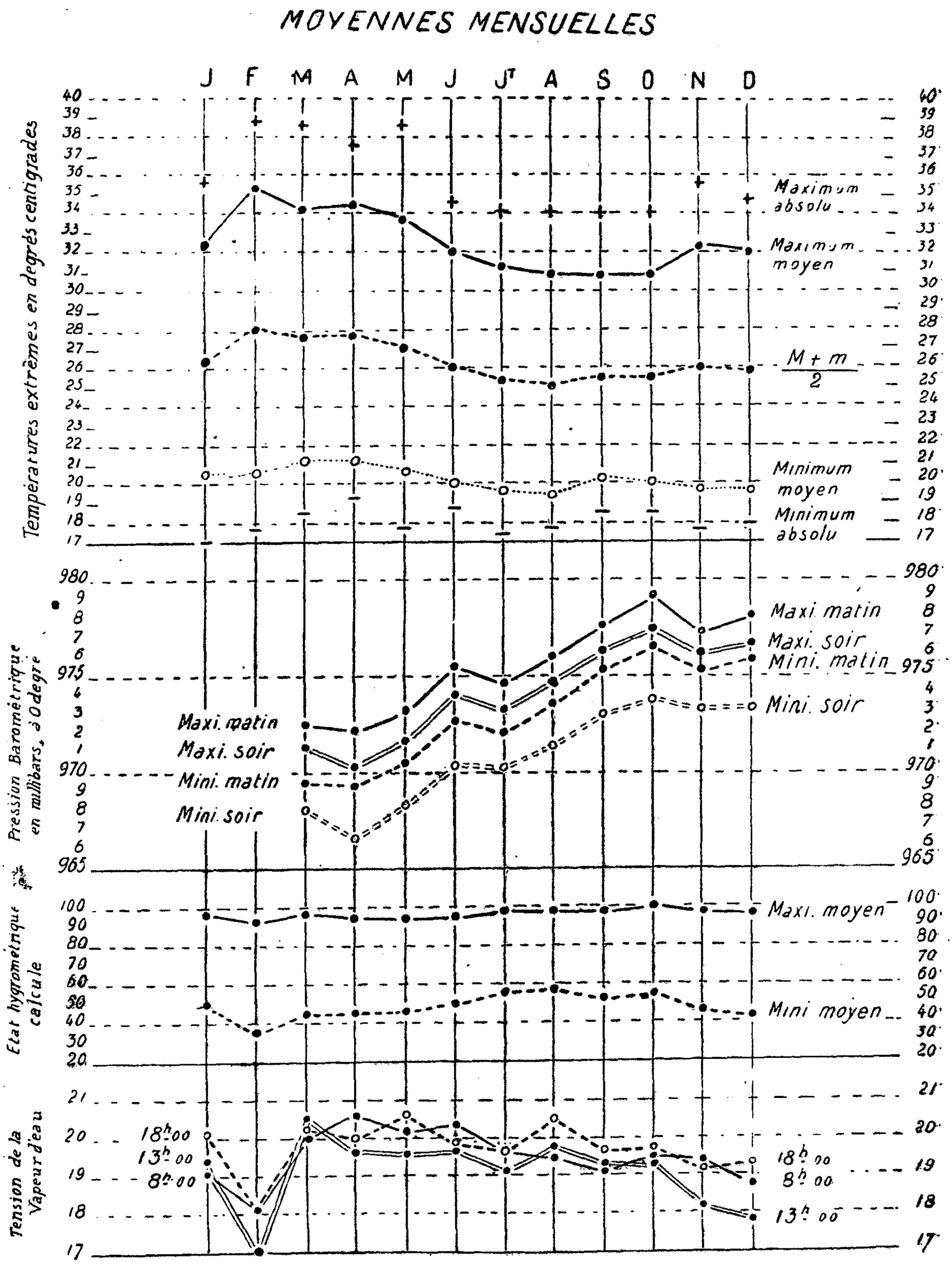
En 1932, le Service Météorologique de l'A.E.F. collaborera aux travaux de l'Année Polaire, émettra un radio international journalier A.E.F. à 9 heures G.M.T. en liaison avec quelques stations du Congo Belge, commencera les sondages aérologiques.

La science n'avance que pas à pas et ne le fait que par la collaboration de tous, collaboration sans laquelle il n'y a aucun progrès possible en Météorologie. Le Service Météorologique de l'Afrique Equatoriale Française apporte ici sa collaboration à l'étude d'une science ingrate. Il fera tous ses efforts dans l'avenir pour qu'elle soit aussi riche que le lui permettront ses ressources en personnel et matériel.

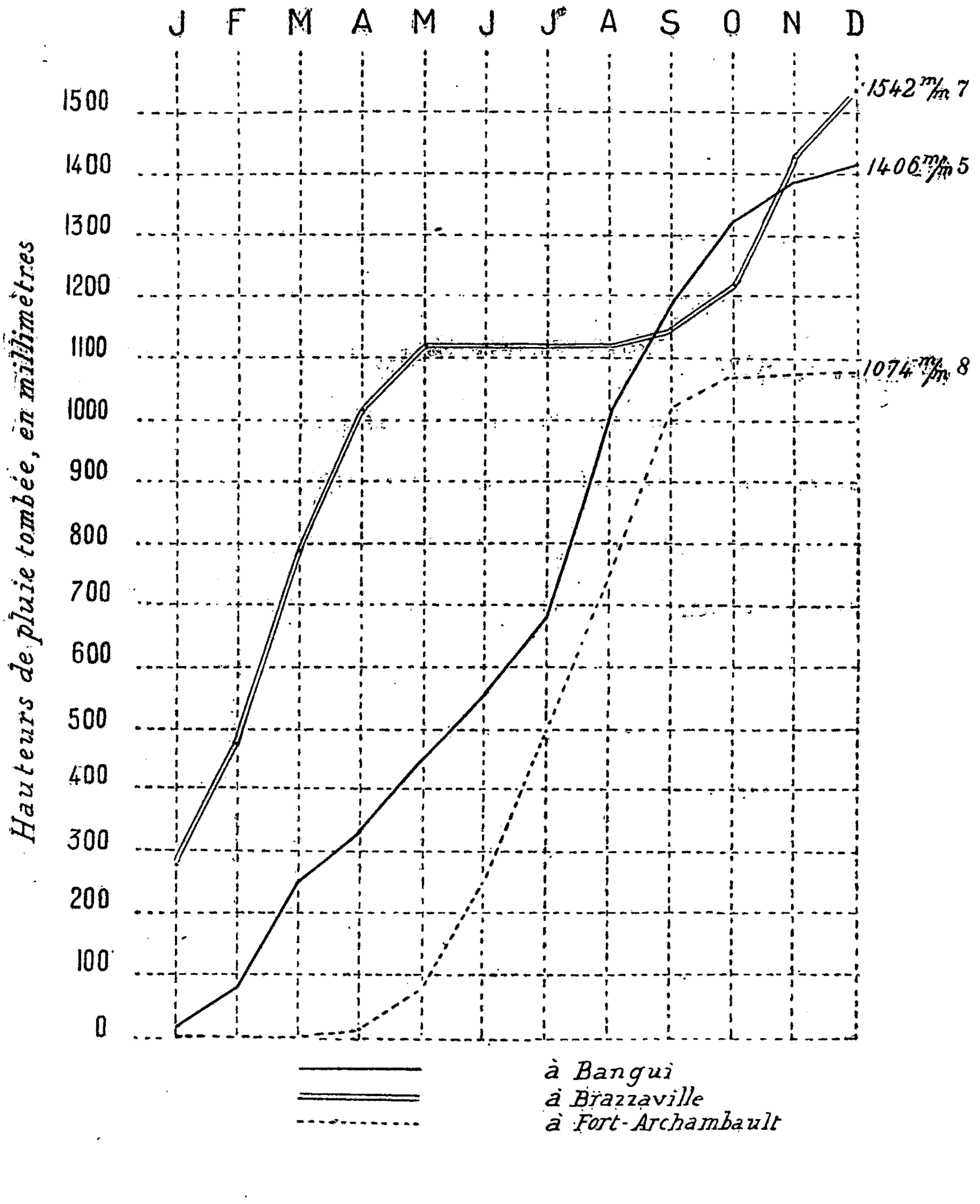
ANNÉE 1931

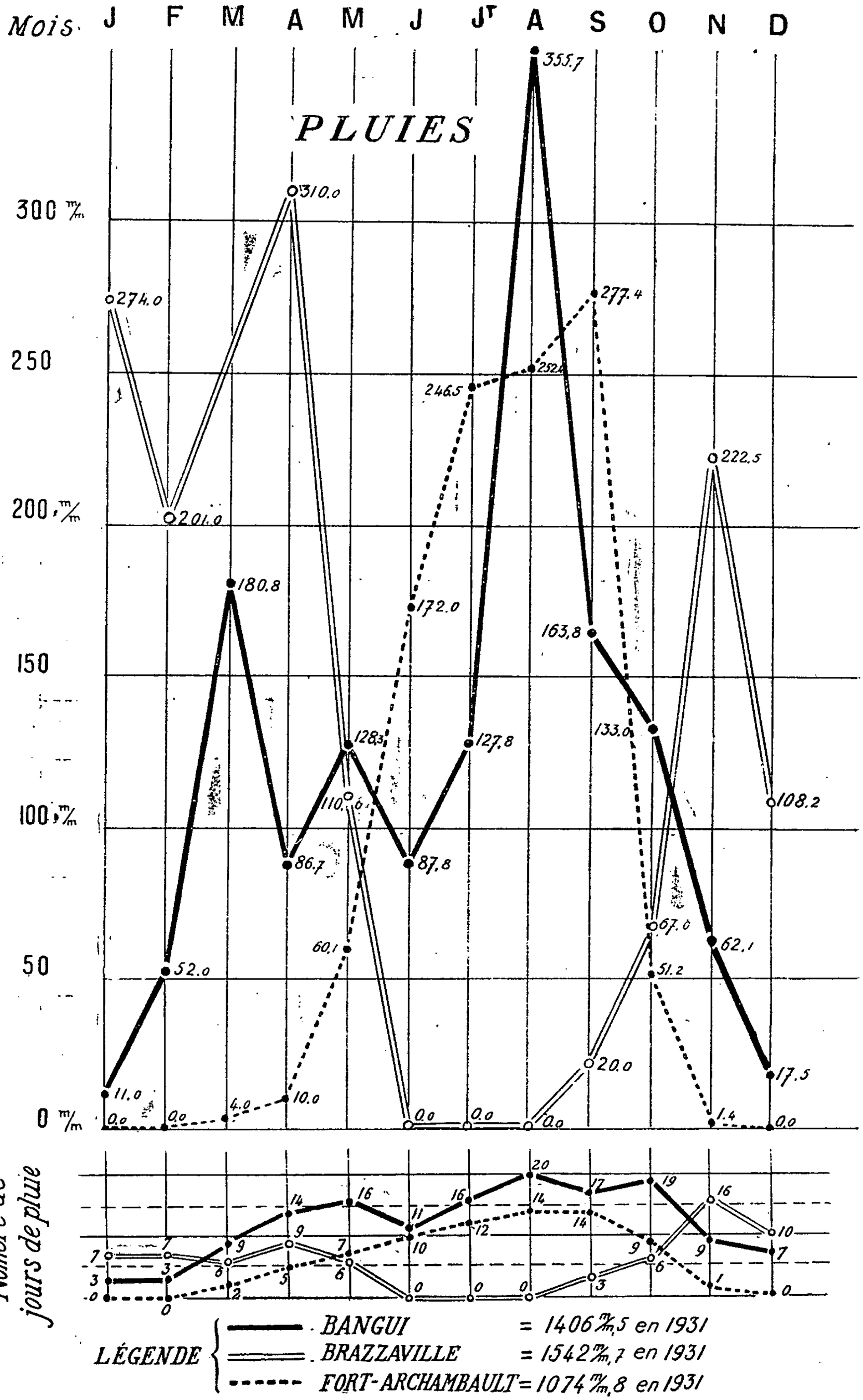
Tableau faisant connaître les MOYENNES MENSUELLES des différents éléments météorologiques observés à Bangui.

Mois	Températures extrême		Moyenne
	Minima	Maxima	
Janvier	20°52	32°49	26.50
Février	20°67	35°49	28.08
Mars	21°26	34°28	27.77
Avril	21°25	34°47	27.86
Mai	20°60	33°63	27.11
Juin	20°07	32°02	26.04
Juillet	19°60	31°25	25.43
Août	19°43	30°98	25.20
Septembre	20°22	30°95	25.58
Octobre	20°03	31°04	25.53
Novembre	19°77	32°32	26.04
Décembre	19°75	32°06	25.91

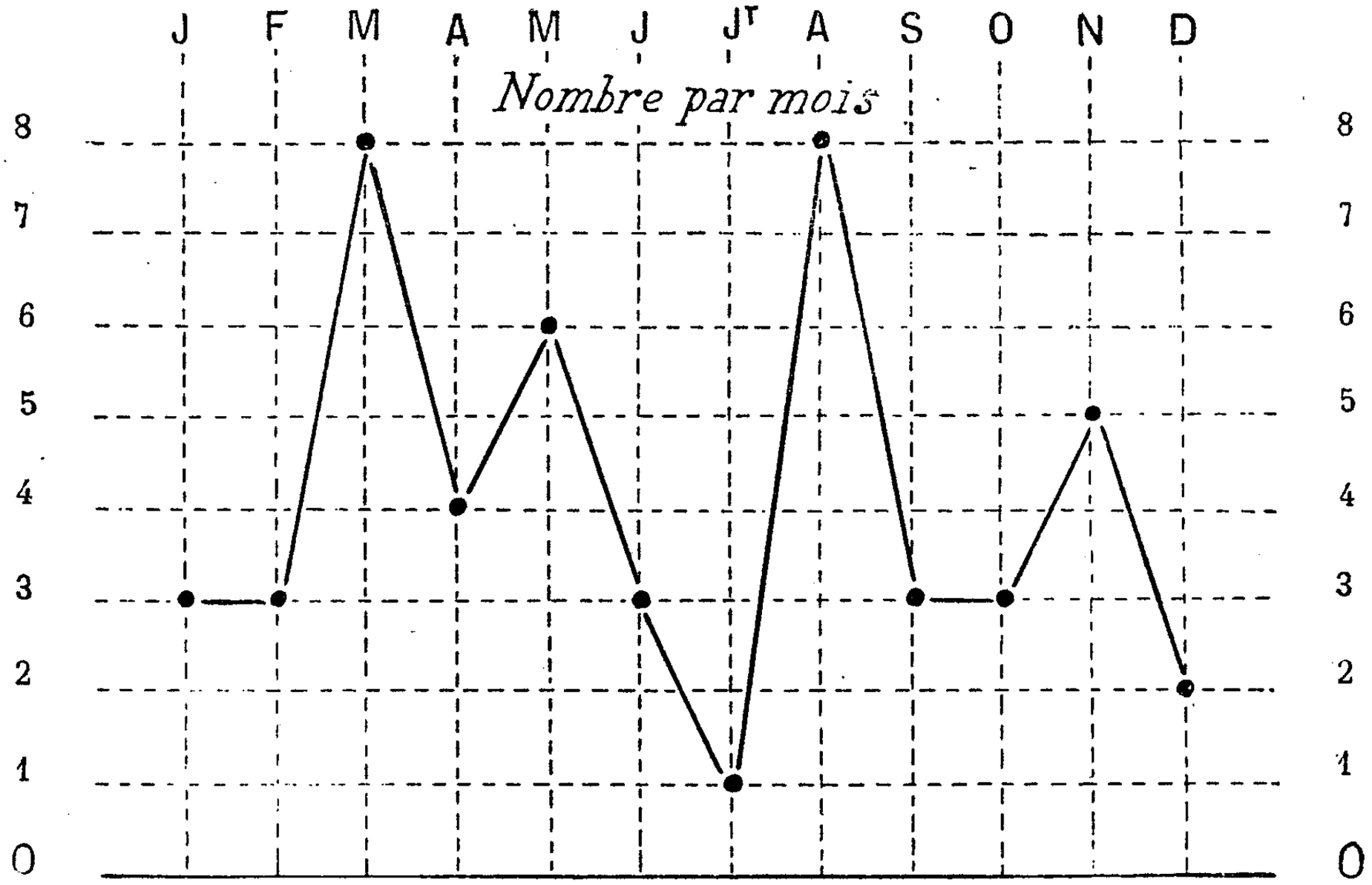

MOYENNES MENSUELLES
J F M A M J J A S O N D
Températures extrêmes en degrés centigrades
Maximum absolu
Maximum moyen
M + m / 2
Minimum moyen
Minimum absolu
Pression Barométrique en millibars, à 0 degré
Maxi. matin
Maxi. soir
Mini. matin
Mini. soir
Maxi. moyen
Mini moyen
Etat hygrométrique calculé
Tension de la Vapeur d'eau
18h 00
13h 00
8h 00

COURBES DES PLUIES ACCUMULÉES

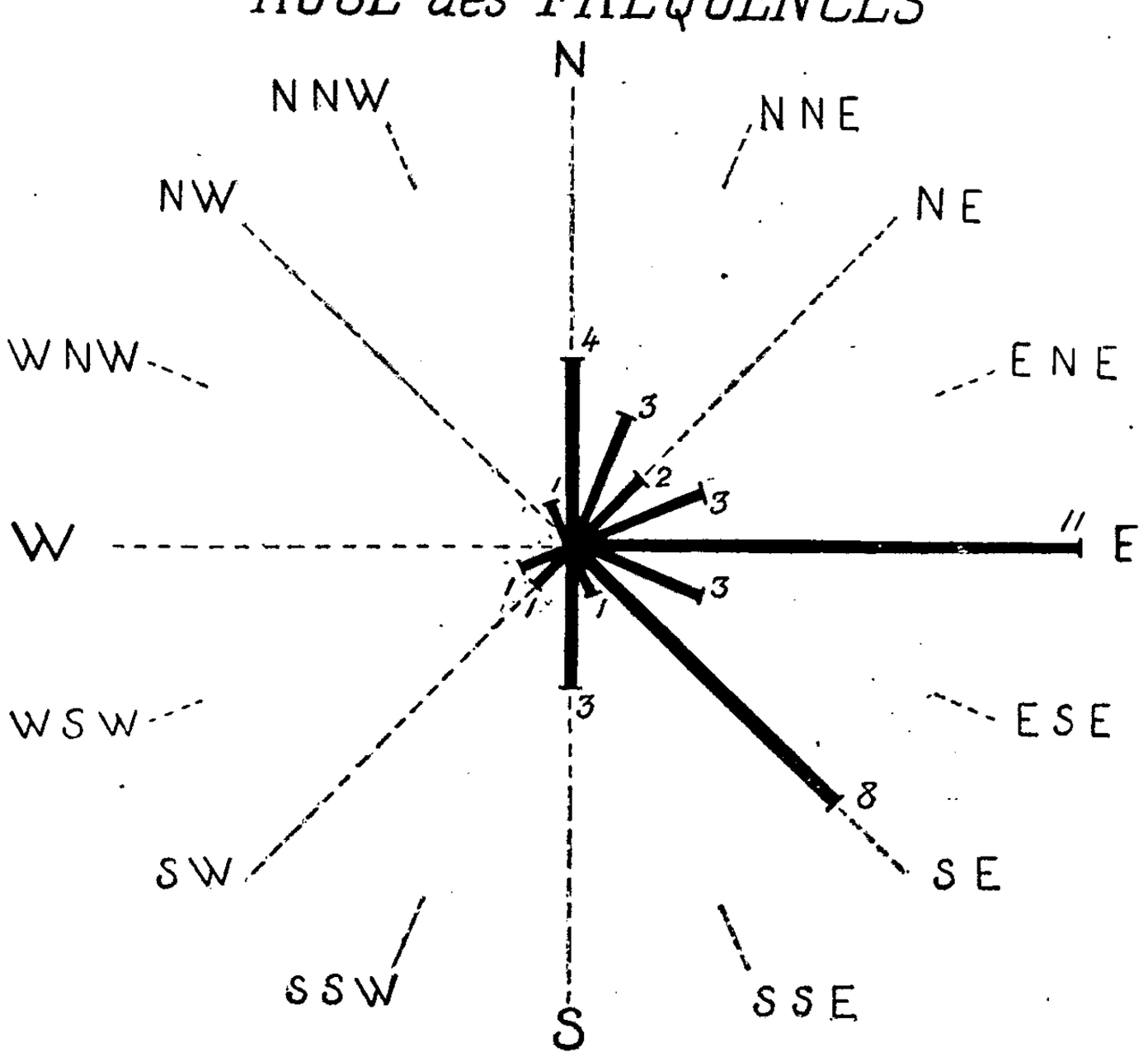



Mois
J F M A M J J A S O N D
PLUIES
Hauteurs de pluie tombée, en millimètres
300 m/m
250
200 m/m
150
100 m/m
50
0 m/m
355.7
310.0
274.0
277.4
252.4
246.5
222.5
201.0
180.8
172.0
163.8
133.0
128.3
127.8
110.6
108.2
87.8
86.7
67.0
62.1
60.1
52.0
51.2
20.0
17.5
11.0
10.0
4.0
1.4
0.0
Nombre de jours de pluie
LÉGENDE
BANGUI = 1406 m/m,5 en 1931
BRAZZAVILLE = 1542 m/m,7 en 1931
FORT-ARCHAMBAULT = 1074 m/m,8 en 1931

GRAINS ORAGEUX OBSERVÉS A BANGUI EN 1931



ROSE des FRÉQUENCES



Sur 49 grains orageux observés au cours de l'année 1931, la répartition des fréquences est indiquée par la ROSE ci-contre. (On y voit par exemple que sur 41 grains orageux, 11 émanaient de l'Est, 3 de l'ESE., 8 du SE etc...)

Sur 41 seulement dont le secteur d'origine a été nettement déterminé, 41 seulement ont été nettement identifiés dans leur secteur d'origine.

Tableaux faisant connaître les MOYENNES MENSUELLES des différents éléments météorologiques observés à Bangui.

	Hygrométrie		Tension de la vapeur d'eau		
	Minima	Maxima	A 9 h.	A 14 h.	A 19 h.
Janvier ..	49.90	97.58	19.10	19.49	20.17
Février ..	35.21	93.32	18.25	17.01	18.11
Mars	45.22	95.93	20.10	20.54	20.38
Avril	46.10	95.76	20.68	19.78	20.08
Mai	47.61	96.09	20.29	19.60	20.68
Juin	50.96	96.53	30.40	19.89	19.92
Juillet ...	56.19	99.03	19.60	19.25	19.64
Août	58.48	99.41	19.65	19.84	20.56
Septembre.	53.30	98.36	19.34	19.46	19.79
Octobre...	55.32	100.00	19.55	19.45	19.79
Novembre.	47.10	98.66	19.40	18.29	19.28
Décembre.	43.54	98.77	18.97	17.88	19.36

	Visibilité			Evaporation en 24 h.	Pluie :	
Mois	A 9 h.	A 14 h.	A 19 h.		Quantité mesurée en m/m	Nombre de jours
Janv. ..	13	13	9	»	11.0	3
Fév. ...	15	12	7	»	52.0	3
Mars ...	18	21	8	»	180.8	9
Avril ..	19	23	7	127.0	86.7	14
Mai	18	22	6	106.0	128.3	16
Juin ...	14	18	5	94.0	87.8	11
Juill. ..	15	18	6	86.0	127.8	16
Août ..	15	22	6	75.3	355.7	20
Sept. ..	18	25	6	76.7	163.8	17
Oct. ...	19	23	8	78.4	133.0	19
Nov. ..	16	18	7	82.8	62.1	9
Déc. ...	8	15	7	75.0	17.5	7

	Pression barométrique corrigée de la gravité et à 0 degré (en millibars)			
	Matin		Soir	
Mois	Minima	Maxima	Minima	Maxima
Janvier ..	»	»	»	»
Février ..	»	»	»	»
Mars	969.5	972.6	968.1	971.1
Avril	969.3	972.2	966.7	970.3
Mai	970.6	973.2	968.3	971.8
Juin	972.9	975.5	970.4	974.0
Juillet ...	972.1	974.7	970.2	973.2
Août	973.6	976.1	971.4	974.6
Septembre	975.3	977.9	973.0	976.3
Octobre ..	976.7	979.2	973.9	977.5
Novembre.	975.4	977.3	973.3	976.1
Décembre.	976.0	978.2	973.4	976,7

Tableau faisant connaître la quantité de pluie tombée au cours de l'année 1931 avec indication du nombre de jours de pluie.

Localités	Quantité de pluie recueillie dans l'année en m/m	Nombre total de jours de pluie
Bangassou	1469.0	99
Bangui	1406.5	144
Brazzaville	1542.7	71
Bossangoa	1108.8	»
Fort-Archambault	1074.8	74
Fort-Crampel	1300.5	71
Fort-Sibut	1137.8	80
N'délé	1114.6	69
Zémio	1632.0	108

Tableau faisant connaître les stations météorologiques adressant quotidiennement à Bangui un message matinal chiffré en Code de Copenhague 1929.

Noms des stations Météos adressant à Bangui un message	Heure de l'observation transmise	Forme du message (Code de Copenhague 1929)	Observations
Par T.S.F. :			
Brazzaville ..	0600 locales	Forme 5	envoi régulier
Fort-Lamy ...	0500 T.M.G.	Forme 1	—
Pointe-Noire..	0600 locales	Forme 5	envoi irrégulier
Par fil :			
Bambari	0700 —	Forme 5	envoi régulier
Batangafo ...	0700 —	Forme 5	—
Bouca	0600 —	en clair	—
Bria	0700 —	Forme 5	—
Damara	0600 —	en clair	—
Fort-Archambault	0700 —	Forme 5	—
Fort-Sibut ..	0730 —	Forme 5	—
Impfondo ...	0700 —	Forme 5	—
Mongoumba..	0700 —	en clair	—

De plus :

Bangui émet quotidiennement par T.S.F. à 0500 TMG un message dans la forme I du code de Copenhague 1929 pour Fort-Lamy accompagné en cas de raid annoncé d'un avis sur l'évolution probable du temps.

Bangui émet quotidiennement par T.S.F. un message dans la forme 5 du Code de Copenhague 1929 pour Brazzaville et, seulement en cas de raid pour Fort-Archambault.

Fort-Lamy échange quotidiennement depuis le 8 janvier 1932 à 0700 TMG un radiométéo avec Zinder en Code de Copenhague forme 2 (avec vacation supplémentaire à 15 h. et 17 h. en cas de raid d'avion).

En dehors de ce service normal et quotidien des ordres spéciaux peuvent être lancés pour prescrire, en cas de raid d'avion ou de déplacements particuliers, une protection météorologique supplémentaire soit à une heure plus matinale, soit à un autre moment désigné dans le télégramme prescrivant cette protection.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique du Globe

La prévision des séismes par les actions électromagnétiques. — Dans une note présentée par M. Wolf à l'Académie des Sciences, le 16 septembre 1907, M. Nodon annonçait que les séismes étaient précédés d'oscillations de l'électromètre. Dans d'autres communications à l'Académie, le même auteur signalait des effets analogues observés à l'aide de magnétomètres dont l'équipage aimanté était orienté perpendiculairement au méridien magnétique. Les phénomènes électromagnétiques précédant les séismes, étaient accusés par des oscillations d'une période régulière de sept secondes, dont l'amplitude était proportionnelle à l'intensité du séisme.

M. Bustos Navarrete, Directeur de l'Observatoire del Salto, à Santiago du Chili, construisit en 1924, suivant les indications de M. Nodon, un magnétographe enregistreur qui fut installé dans une cave de l'Observatoire et mis à l'abri des variations de température et des vibrations du sol. A la suite de cinq années d'observations journalières, M. Navarrete se décida à utiliser la méthode électromagnétique pour la prévision des séismes au Chili. Dans ce but il disposa, en octobre 1932, un grand magnétographe Nodon dans une grotte de Santiago, et d'autres magnétographes en divers points de la région centrale du Chili, en particulier à Talca. Les diagrammes magnétiques permettent de prévoir l'arrivée des séismes une vingtaine d'heures à l'avance. En centralisant les révisions il sera possible de déterminer la position du futur épicentre et de prendre des précautions utiles pour sauvegarder la vie des habitants menacés par le cataclysme. Le professeur Immamura, de Tokio, étudie l'installation de cette méthode de prévision, au Japon.

A. N.

Physique

Etude statique et cinétique des anneaux de Liesegang. — Les phénomènes périodiques sont nombreux en chimie. Certains sont périodiques dans le temps, comme l'attaque du chrome par l'acide chlorhydrique étudiée autrefois par Ostwald, ou encore l'oxydation du mercure par l'eau oxygénée, qui constitue la curieuse et célèbre expérience du cœur artificiel, réalisée par Bredig et ses collaborateurs. Pour d'autres phénomènes, on a mis en évidence une périodicité spatiale : telle est la périodicité de la précipitation du chromate d'Ag au sein de la gélatine, signalée par Liesegang en 1896. La précipitation périodique du chromate d'argent, au sein de la gélatine, peut être mise en évidence d'une manière très simple. On coule, sur une plaque de verre, une solution aqueuse chaude de gélatine, additionnée d'une petite quantité de bichromate de potassium ; lorsque la gélatine est prise en gelée, sans toutefois être encore sèche, on dépose, sur sa surface, une goutte de solution concentrée de nitrate d'argent : le précipité rougeâtre de chromate d'argent, qui résulte de l'action mutuelle des réactifs en présence, gêné dans sa formation, n'apparaît, dans la gélatine, qu'au ralenti. Tout d'abord produit exclusivement dans la goutte, il ne tarde pas à la déborder, lorsque la solution de nitrate d'argent diffuse à travers la gélatine bichromatée. Finalement la goutte primitive s'entoure de strates, se succédant régulièrement, et qui sont de deux sortes : les plus épaisses d'entre elles visibles à l'œil nu, et désignées sous le nom d' « anneaux principaux », s'écartent de plus en plus les unes des autres à mesure qu'elles s'éloignent de la goutte ; d'autres beaucoup plus fines, désignées sous le nom d' « anneaux secondaires », sont visibles seulement au microscope.

De nombreuses théories ont été proposées pour l'interprétation de ce curieux phénomène. La plus connue est celle d'Ostwald d'après laquelle, avant sa précipitation, le bichromate d'argent préexisterait à l'état sursaturé. La précipitation ultérieure, dépouillant de bichromate de potassium tout le voisinage de l'anneau, tant en deça qu'au delà, contraindrait le nitrate d'argent, dans sa progression au sein du milieu, à parcourir une certaine distance avant de rencontrer à nouveau du bichromate. La manière de voir d'Ostwald fait prévoir les lacunes comprises entre les anneaux principaux, cependant elle ne rend pas compte des anneaux secondaires.

En réalité, il semble que le phénomène soit extrêmement complexe et, malgré les nombreuses recherches dont il a été l'objet, bien des points restaient encore à préciser. Beaucoup d'entre eux l'ont été par Mlle Suzanne Veil dans une étude remarquable (« Journal de Physique et Radium », juillet 1932) à laquelle nous empruntons les données de cette Note.

La simple inspection des anneaux principaux de Liesegang montre qu'ils se répartissent autour de la goutte de nitrate d'argent en s'écartant de plus en plus, le rayon de la goutte ne semblant pas d'ailleurs intervenir dans le phénomène. L'étude micrométrique faite par Mlle Veil lui a permis de constater que la distribution obéit à une loi simple, reliant aux numéros d'ordre des anneaux leurs écarts mutuels, comptés entre les milieux des strates intéressés : « Les numéros d'ordre des anneaux principaux et les racines carrées de leurs écarts mutuels sont en relation linéaire. En d'autres termes, les écarts successifs varient comme les carrés des numéros d'ordre ; c'est-à-dire comme les carrés des nombres entiers. »

L'examen microphotométrique direct des préparations a montré que l'opacité des divers anneaux est sensiblement la même. L'étude cinématographique a permis à Mlle Veil de mettre en évidence les phases successives de la génération des anneaux : formation préliminaire d'une collerette autour de la goutte ; puis apparition des tronçons des premiers anneaux, dans les évidements de cette collerette, entre des sortes de protubérances ; et finalement apparition d'anneaux, toujours par tronçons, mais sans solution de continuité apparente avec la goutte elle-même. L'enregistrement optique a montré que le système principal et le système secondaire effectuent, l'un et l'autre, une progression en relation linéaire avec la racine carrée du temps écoulé, c'est-à-dire avec une vitesse dont l'inverse est en relation linéaire avec la racine carrée de ce temps. Il y a décalage entre le système principal et le système secondaire.

La diffusion individuelle des réactifs de Liesegang a été également suivie par Mlle Veil. L'auréole de diffusion du bichromate de potassium est à bord estompé. Au contraire, celle du nitrate d'argent est à bord net ; elle fournit un enregistrement optique à frontière parabolique.

Enfin, Mlle Veil a réalisé, au sein de la gélatine, l'at-

taque mutuelle du bichromate de potassium et du nitrate d'argent, par auréoles de diffusion. Lorsque, sur de la gélatine pure, on dépose à quelque distance l'une de l'autre, une goutte de nitrate d'argent et une goutte de bichromate de potassium, les deux substances, après avoir l'une et l'autre suffisamment diffusé, s'attaquent mutuellement par auréoles, au sein même du milieu.

La diffusion du nitrate d'argent est plus rapide que celle du bichromate de potassium, comme on le voit en partant de deux gouttes de grosseurs sensiblement égales. Lorsque les auréoles arrivent en contact, on voit celle du nitrate d'argent, la plus grande, se creuser comme sous la poussée de l'autre. Dans la zone commune aux deux domaines, apparaissent des strates de disposition compliquée, symétriques par rapport à la ligne des centres, et qu'on peut vraisemblablement regarder comme des dégénérescences d'anneaux.

A. Bc.

Electro-chimie

La combustion cathodique des gaz. — A la Chemical Society, en novembre 1932, le Prof. G. I. Finch (1) a exposé quelques-uns des résultats obtenus dans son laboratoire sur la combustion cathodique des gaz.

Dans la décharge sous haute tension, c'est sensiblement dans la zone cathodique que se confine la combustion. La spectroscopie suggère que la combustion cathodique s'apparente aux combustions ordinaires des flammes, plutôt qu'aux combustions lentes. Elle comporterait une pré-excitation des molécules réagissantes, les conditions ultérieures étant conditionnées par l'établissement et le maintien, dans la zone de réaction, d'une concentration convenable des molécules activées.

L'auteur rapporte la répugnance remarquable de l'oxyde de carbone à brûler dans l'oxygène, à moins de la présence de promoteurs convenables, atomes métalliques, vapeur d'eau, hydrogène. Dans la zone cathodique, l'oxydation de l'oxyde de carbone pur sec aboutit à de l'anhydride carbonique et à du carbone, lequel entre à son tour en combustion pour fournir éventuellement un mélange d'oxyde de carbone et d'anhydride carbonique.

Dans les mélanges oxyde de carbone-oxygène, où l'oxygène est en excès, les atomes métalliques sont les meilleurs promoteurs. Si, au contraire, c'est l'oxyde de carbone qui prédomine, il faut recourir à la vapeur d'eau ou à l'hydrogène, l'hydrogène étant encore le promoteur de combustion le plus efficace. Dans le cas de l'hydrogène, il conviendrait de présumer la formation d'un composé intermédiaire, probablement OH, qui serait pour l'oxyde de carbone un oxydant plus énergique que la vapeur d'eau.

Le taux de combustion cathodique des mélanges hydrogène-oxygène croît avec la concentration de l'hydrogène, effet que supprime presque totalement la présence d'atomes métalliques. Selon Finch, ces faits suggèrent la simultanéité de l'excitation de l'oxygène et de l'hydrogène, antérieurement à leur combinaison. La vie de l'oxygène actif serait brève par rapport à celle de l'hydrogène, actif, et les atomes métalliques désactiveraient l'hydrogène actif.

Dans la décharge électromagnétique sans électrodes, qui fait intervenir beaucoup plus d'énergie que la décharge ordinaire, il y a dissociation de la vapeur d'eau en hydrogène et oxygène. En présence de vapeur de mercure, l'équilibre final entre la vapeur d'eau et ses constituants est différé jusqu'à ce que les produits d'équilibre consistent presque exclusivement en vapeur d'eau.

L'hydrogène atomique et l'ozone sont inertes l'un envers l'autre, à moins de la présence de certains catalyseurs, tels que la vapeur de mercure.

S. V.

(1) *Chemistry and Industry*, 25 novembre 1932.

Physiologie végétale

Les conceptions actuelles sur les maladiee à ultra-virus des plantes. — « Les maladies à virus des plantes sont des maladies infectieuses, manifestées par les symptômes suivants : chlorose, nécrose et prolifération de certains tissus des sujets atteints ; ces caractères sont surtout apparents dans les tissus jeunes. La nature de l'agent qui les produit est un ultra-virus, généralement filtrant. Malgré sa ténuité, l'agent est rarement transmis par les semences ; les insectes, notamment les Aphidiens, jouent un rôle important dans la propagation de ces maladies. »

Nous devons être reconnaissants à Mlle Marie-Ant. Beauverie, préparateur à la Faculté des Sciences de Lyon, de son intéressante mise au point sur les *Maladies à ultra-virus des plantes*, que viennent de publier les Annales du Service botanique et agronomique de Tunisie (tome IX, 1932).

Les maladies à virus ont été étudiées dans des ouvrages spéciaux, surtout au point de vue médical ; le travail de Mlle Beauverie, s'il n'omet pas les problèmes généraux que soulèvent ces maladies, traite plus particulièrement des maladies à virus attaquant les végétaux.

Que sont les ultra-virus ? Hauduroy les définit ainsi : « Les ultra-virus sont des êtres vivants dont les dimensions sont telles qu'à l'état frais ils sont au-dessous de la limite de visibilité avec les instruments actuels. Leur taille permet à la plupart d'entre eux de traverser les filtres et les ultra-filtres... Ils sont fixés d'une façon qui semble définitive dans un certain nombre de leurs caractères physiologiques. Ils ne possèdent pas de cycle évolutif ; ils sont attirés d'une façon toute spéciale par les cellules vivantes et seulement par elles (biotropisme), caractères essentiels qui conditionnent leurs affinités et leur mode de culture. »

En effet, s'il est possible pour certaines bactéries de passer de leur forme visible à une forme invisible, puis de revenir à leur première forme visible (ex. : bacille de Koch, bactériophage de d'Hérelle), les ultra-virus vrais ne peuvent réaliser ce cycle, ni être cultivés *in vitro*, sur des milieux artificiels morts.

On a beaucoup discuté sur la nature de l'agent causal de ces maladies. Il faut éliminer les anciennes théories qui considéraient les maladies à virus comme des phénomènes de sénilité, ou résultant des conditions érologiques. La dégénérescence a été niée par Quanjer après vingt-cinq ans d'expérimentation sur la pomme de terre.

Les premiers chercheurs attribuèrent les maladies de dégénérescence à des bactéries qu'ils crurent reconnaître dans les tssus malades : notamment Mayer (1886), dans la mosaïque du tabac ; pour Boncquet (1916), le Curly top de la betterave à sucre était dû à un bacille, *B. morulans*. Cependant, des auteurs américains ont trouvé que les particules du virus avaient des dimensions très inférieures à celles des bactéries.

D'autres auteurs crurent reconnaître des Protozoaires dans les tubes criblés des plantes atteintes de mosaïque ; mais il semble que ces soi-disant Protozoaires ont une origine cytoplasmique et n'ont qu'une existence temporaire:

D'autre part, les rayons ultra-violets à courte longueur d'onde qui tuent de nombreux micro-organismes, n'ont aucun effet sur le tabac atteint de mosaïque, d'après F.-F. Smith.

Pour d'autres, comme Heald (1927), la résistance du virus à de nombreuses substances antiseptiques, la réaction spécifique entre l'agent infectieux et la formaldéhyde, etc., amènent à penser que ce virus serait de nature énzymatique. Mais cette conception semble généralement abandonnée en faveur de la théorie du virus filtrant qui ne préjuge pas de la nature du principe. Celle-ci a donné lieu à diverses hypothèses : pour Beijerinck (1899), le virus est de nature non corpusculaire. Pour Duggar et Karrer (1921), ce serait une particule de chromatine, ou une substance organisée, douée d'une hérédité définie, peut être un gène ayant abandonné les lois ordinaires de la coordination. Pour M. Nicolle, « les infra microbes ou ultra-virus se sont détachés peu à peu des formes microbiennes visibles tirant peut-être leur première origine de ces granulations endogènes qui caractérisent, dans certains groupes microbiens, le type le plus actif au point de vue endogène... ; les infra virus sont des êtres si parfaitement autonomes qu'il n'est plus possible de les rattacher que par notre conception générale aux microbes dont ils sortent. »

Quoi qu'il en soit de ces hypothèses qui n'ont pu encore être démontrées expérimentalement, ainsi que l'indique Mlle Beauverie dans sa conclusion, il semble acquis que « les maladies à virus provoquent en général, dans les cellules, l'apparition de corpuscules, importants au point de vue du diagnostic, mais dont le rôle n'est pas fixé. Ces symptômes, correspondant probablement à de simples produits d'un métabolisme trouble, sont précédés de modifications cytologiques affectant principalement le vacuome et concomitants à des phénomènes de protéolyse dont l'importance doit encore plus retenir l'attention. Les maladies à virus des animaux et celles de végétaux sont comparables et de même origine. » L. Hémin.

Navigation

Suppression du roulis et du tangage. — Le problème de stabilisation des navires a déjà fait l'objet d'études et de nombreuses applications, dont les résultats d'ensemble, quoique encourageants, ne donnent pas encore des solutions vraiment satisfaisantes.

La lutte contre le roulis n'a pas de grande portée pratique tant qu'on reste désarmé contre le tangage — cause principale du mal de mer — et cependant tous les systèmes imaginés jusqu'à ce jour ne se proposent même pas de combattre ce dernier. Ce fait, à lui seul, suffit pour reconnaître que la bonne solution ne serait donnée qu'à l'aide d'un dispositif capable d'annuler à la fois les effets du roulis et du tangage.

D'autre part, en limitant le problème de stabilisation à la lutte contre le roulis seulement, et en examinant à ce point de vue les systèmes déjà réalisés, on constate qu'ils n'assurent pas la suppression totale des oscillations transversales de la coque et que le roulis résiduel est souvent assez important pour continuer à causer le mal de mer et à diminuer, sur un navire de guerre, la précision du tir.

Le défaut essentiel de tous ces systèmes (ceux de Th. Wett, Frahm, Bernier, Thornicroft, Cremieu, Motora, Sperry, Fieux) réside dans le fait que l'action stabilisatrice est toujours déclenchée avec un certain retard et n'est pas judicieusement dosée. C'est en général un pendule ou un gyroscope servant de « pilote » qui, une fois le navire incliné, déclenche un courant électrique et met en action une machine, à ce destinée, qui tire le navire dans le sens opposé.

Il est donc évident qu'avec un procédé à réaction automatique la stabilisation complète ne peut être obtenue, puisque l'appareil ne fonctionne que post factum, c'est-à-dire en présence d'un angle d'inclinaison.

La difficulté du problème consiste aussi, et surtout, dans le dosage rationnel de l'effet stabilisateur qui, à chaque instant, doit annuler l'effet perturbateur. Le problème se trouve compliqué encore du fait que les oscillations du navire, quoique lentes, ne sont pas tout à fait régulières, étant la résultante des deux facteurs : 1° des chocs des vagues dont la période est de deux à huit secondes, et 2° des mouvements pendulaires propres au bateau (trente secondes pour *L'Ile-de-France*, huit secondes pour l'aviso *Etourdi*, etc.).

Le seul appareil qui paraît vraiment capable de résoudre la question si délicate du « pilotage » est l'homme lui-

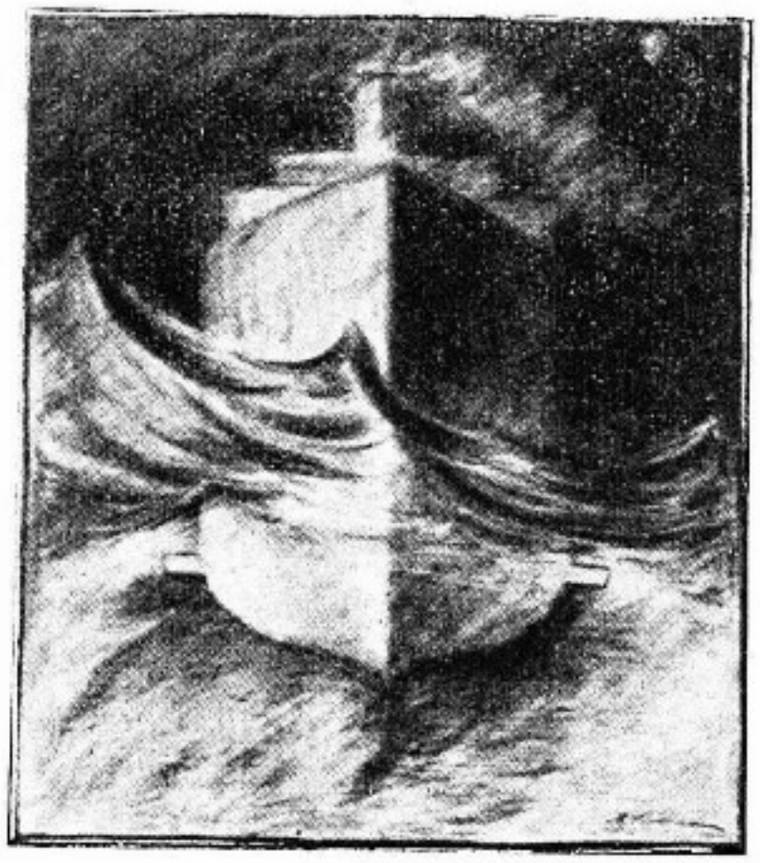


Fig. 1

même. Ce n'est que l'homme qui, à l'aide de ses sens, peut pénétrer dans l'avenir et trouver instinctivement, en un clin d'œil, la bonne solution. D'ailleurs il a déjà prouvé sa remarquable faculté de stabilité dans d'autres domaines et dans des conditions beaucoup plus difficiles où le retard, même d'une fraction de seconde, de la réaction, entraînerait inévitablement sa chute (avion, bicyclette, patins, trottinettes d'enfants, etc.). Voilà pourquoi il s'impose de substituer à l'automatisme traditionnel la commande à la main en confiant au timonier un seul levier dont l'emploi est tout à fait semblable à celui du « manche à balai » d'un avion.

Les spécialistes de la navigation sous-marine reconnaissent qu'il y a des timoniers qui tiennent au même niveau de plongée un sous-marin avec une précision presque mathématique, ce qui veut dire qu'ils exécutent déjà une opération tout à fait semblable à celle qu'aura à effectuer le timonier chargé de la stabilisation d'un navire. Si un apprentissage de deux ou trois heures (comme pour la bicyclette) ne suffisait pas, il pourrait être prolongé de deux ou trois semaines et même d'un mois. Si un individu n'est pas assez sensible et adroit, on en trouvera d'autres mieux doués, mais, en fin de

compte, on arrivera toujours à trouver celui qui assurera la stabilisation désirée, surtout en le plaçant sur le mât du navire où le moindre angle d'inclinaison correspond à un déplacement de plusieurs mètres dans l'espace. Dans ces conditions, il pourra réagir sur tendances minimes du navire imperceptibles aux passagers se trouvant en bas. En résumé, la preuve que la stabilisation complète sera atteinte est dans le fait même que l'adresse humaine ne connaît pas de limite de perfectionnement.

Le dispositif appelé à fournir l'effet stabilisateur est très simple. Aux quatre coins du navire, profondément au-dessous de la flottaison, on dispose des ailerons capables de créer, sous l'action des filets liquides, le soulèvement ou l'abaissement des parties respectives du navire.

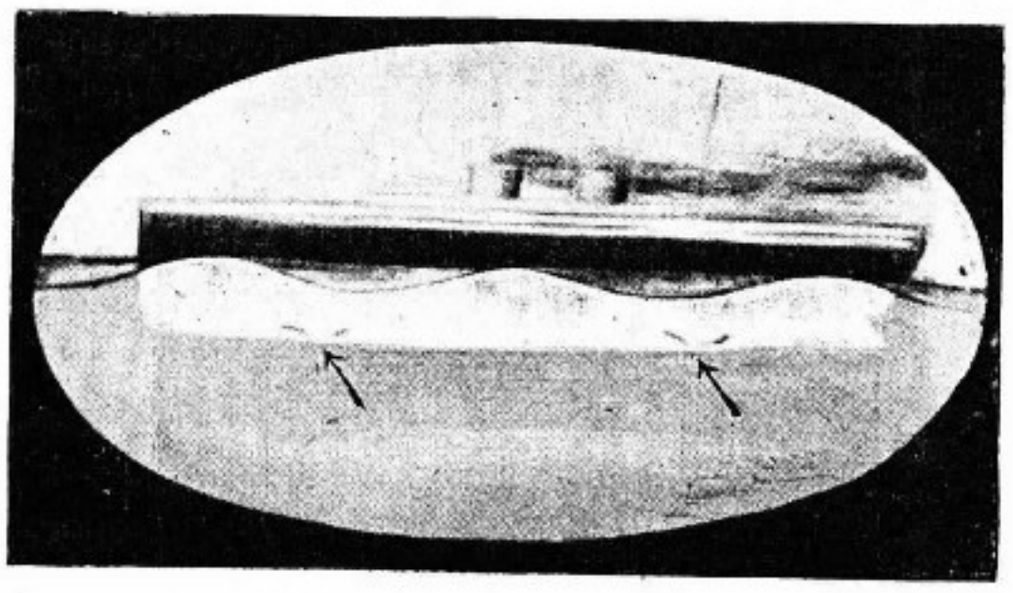


Fig. 2

La commande électrique de ces ailerons est concentrée dans un commutateur sphérique actionné par le « manche à balai » destiné à déclencher et à doser les efforts.

Grâce à la disposition des ailerons aux extrémités du navire, la lutte contre le tangage devient possible, car la longueur des bras de levier du couple stabilisateur est presque égale à celle des bras de levier du couple perturbateur. Ceci n'existe pas ni avec le gyroscope de Fleux et Sperry, ni dans les citernes de Frahm, ni avec le poids mobile de Tchernickroft.

On objecte souvent que le tangage ne peut être supprimé, car alors le navire se transformerait en sous-marin et s'engouffrerait dans les crêtes. C'est une grande erreur de penser que la période des oscillations du tangage est constamment égale à la période de la houle. En réalité, souvent à la traversée d'une crête, le navire en suivant son mouvement pendulaire, descend au lieu de monter et subit ainsi une submersion plus forte que dans le cas où il garderait une position horizontale.

Quant aux mouvements purement verticaux, malgré l'opinion répandue, le bateau ne monte pas sur chaque vague comme sur une montagne. Grâce à l'inertie et à sa vitesse il traverse les crêtes et les creux si rapidement que ceux-ci n'ont pas le temps de produire sur lui leur effet total.

Mais par suite de la *résonance* qui s'établit entre les vagues et les mouvements du navire, ce dernier acquiert peu à peu des oscillations verticales aux périodes beaucoup plus longues que celles des vagues traversées. Pour empêcher ces oscillations, il suffit d'appliquer des forces relativement peu importantes, car, dans ce cas, comme d'ailleurs dans les cas du roulis et du tangage, l'énergie des vagues ne se transmet que par la résonance et, par conséquent, ce n'est qu'une partie insignifiante de cette énergie qui produit son effet sur le navire. Les forces pour la combattre peuvent être fournies par les mêmes ailerons, en faisant sortir simultanément, tantôt les quatre ailerons servant à l'abaissement, tantôt ceux servant au soulèvement du navire.

Les dimensions des ailerons sont relativement petites, ce qui facilite leur installation sur n'importe quel navire. Pour *La Normandie*, par exemple, grâce à sa très grande vitesse, ils seraient de 3,75 mètres carrés seulement. La perte de vitesse due à l'action du stabilisateur est insignifiante, — elle ne dépasse pas, par exemple, 5,5 %. Mais étant stabilisé, le bateau ne perd plus, sous l'effet du roulis et du tangage, les 20 % de sa puissance, ce qui diminuera, en fin de compte, d'une demi-journée la durée de sa traversée du Havre à New-York.

Quant au prix de cet appareil et de son installation, il est infiniment moins élevé que celui des installations gyroscopiques.

D'autre part, les mêmes ailerons du stabilisateur pourront servir comme complément au gouvernail pendant le brouillard (*Titanic*), ou le remplacer en cas d'avarie de celui-ci (*Conte di Savoia*) pendant sa première traversée).

D'après le Dr Günther Kempf, spécialiste particulièrement autorisé dans la matière, les mêmes ailerons seront un moyen efficace contre le danger de chavirement du navire, causé par une charge excessive ou irrégulière (*Saint-Philibert, Aéropostale II*).

La Commission Supérieure des Inventions a donné un avis très favorable sur le stabilisateur en question et grâce à l'initiative de M. J.-L. Breton, l'Office National des Recherches, en collaboration avec le Service des Recherches Scientifiques de l'Etat-Major Général, et avec le Service Technique des Constructions Navales du Ministère de la Marine, procéda à l'installation de cet appareil sur l'aviso *Etourdi*.

KÉFÉLI.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

La pêche frigorifique. — La généralisation de l'installation, à bord des navires de pêche, d'appareils pour la congélation du poisson est destiné à provoquer à plus ou moins brève échéance, dans la pêche maritime, une révolution comparable à celle que la mise au point des systèmes frigorifiques a réalisée dans l'industrie de la viande. De ce fait, un problème urgent s'est posé en construction navale, par lui-même entièrement distinct de ceux qui ont été résolus déjà pour le transport des viandes frigorifiées, ainsi que des fruits et denrées refroidis.

Sans qu'il soit nécessaire d'insister sur les circonstances économiques qui expliquent la faiblesse persistante et tout à fait lamentable de la consommation du poisson en France (cette consommation est de 1 kilo par tête et par an pour la ville de Lyon), on peut considérer que le pivot de la question repose sur la nécessité d'assurer la conservation du poisson dans un état de fraîcheur satisfaisant.

Or, il existe actuellement plusieurs procédés de congélation susceptibles d'être installés à bord des bâtiments de pêche et qui ont permis de réaliser déjà des essais suffisamment probants.

Le résultat à atteindre consiste à congeler rapidement et à cœur le poisson, dès qu'il est pêché, c'est-à-dire encore vivant, la congélation étant suivie immédiatement d'un enrobage dans une couche de glace. Dans ces conditions, les phénomènes d'autolyse n'ont pas encore commencé et, d'autre part, l'enrobage a pour effet, en isolant la chair de l'air ambiant, d'empêcher l'oxydation des graisses et le rancissement ; en outre on évite ainsi la perte de saveur due à l'évaporation de certains éthers, ou encore à certaines réactions d'oxydation ou acquisitions extérieures.

La congélation doit être opérée *rapidement*, soit en deux heures environ, jusqu'à une température de l'ordre de — 15° ; le refroidissement est obtenu par un contact direct du poisson avec de la saumure froide. On remarquera que les procédés par congélation lente, en vingt-quatre heures, par refroidissement à l'air, qui sont employés pour la viande, sont à proscrire en ce qui concerne le poisson. En effet, avec la congélation lente, l'eau constitutive du liquide cellulaire se solidifie la première en aiguilles de glace qui, en se développant peu à peu en cristaux de plus en plus gros, déchirent les parois cellulaires et modifient complètement la constitution de la chair de poisson, de sorte que les sucs nutritifs s'écoulent au dehors, lors de la décongélation et que la chair se présente molle, flasque, avec une saveur désagréable, pour se décomposer en outre très rapidement.

La méthode de congélation rapide, avec enrobage de glace, est celle qui paraît s'imposer, dans l'état actuel de nos connaissances, et qui doit supplanter les autres procédés encore usités, en particulier la simple conservation dans la glace, avec laquelle le poisson ne demeure mangeable que pendant un temps assez court, pour se décomposer rapidement, dès qu'il est ramené à la température ambiante.

La congélation rapide ne peut donner son plein effet qu'à la condition d'être réalisée à bord même du chalutier. Toutefois, il existe une pratique (procédé Ottessen), qui consiste à entreposer tout d'abord le poisson pêché dans la glace, ce qui dispense de toute installation sur le navire ; la pêche ramenée à terre le même jour est plongée dans une saumure spéciale et congelée, puis lavée et enrobée dans une couche de glace protectrice. Cette méthode présente le grave inconvénient de laisser prise à un commencement d'autolyse, avec formation éventuelle de toxines.

Parmi les procédés qui ont donné lieu à des applications récentes, on peut relever celui qui a été réalisé par la *Société pour l'Amélioration de la Pêche* (S. A. P.), après plus de trois ans d'études et qui a été installé à bord de deux bateaux de la « Morue française ». Le poisson y est congelé individuellement et non en vrac : chaque animal est saisi par un appareil de transport qui le tient suspendu verticalement par la queue, pour le faire circuler dans cette position le long d'un tunnel, dans lequel il est arrosé de saumure à —18° par des séries d'aéro-projecteurs, pendant qu'un courant d'air parallèle active l'échange thermique. La durée du séjour dans le tunnel est réglée de façon à obtenir la congélation à cœur complète. A la sortie, le poisson est lavé à l'eau de mer et se recouvre ainsi d'une couche de glace ; il est aussitôt après conduit, au moyen d'une glissière, dans la cale de stockage refroidie à —15°. Ce procédé, qui comporte un appareillage en grande partie automatique, donne des résultats très satisfaisants : il permet la conservation pendant des mois entiers à bord des morutiers du poisson autre que la morue ; on sait que dans la pêche morutière traditionnelle, cet appoint pourtant important se trouve pratiquement perdu.

Le procédé dit S. A. C. I. P. fonctionne à bord de deux chalutiers de 55 mètres de la Compagnie Anonyme Française de Pêche et d'Armement ; il est en voie d'installation sur quatre autres chalutiers de 65 mètres, de la même entreprise. Dans ce procédé, qui est conçu en vue du traitement de grosses quantités de poisson, le produit de la pêche est déversé, dès la sortie du filet, dans une sorte de trémie, qui le fait passer doucement dans l'un des compartiments d'un tambour cylindrique tournant. Là, avant d'être immergé dans la saumure, le poisson est soumis à un courant d'air très froid, qui congèle immédiatement à la surface du corps la glu ou « slime » dont il est enrobé ; il est ensuite entraîné par le mouvement du tambour dans un bac où circule un courant de saumure à —20°. Il est ainsi congelé à bloc, pendant une durée qui varie de vingt minutes à deux heures, suivant la grosseur du poisson. A la sortie du bas, le poisson est envoyé dans une cale frigorifique, où il est maintenu à —18°. Le système est rapide, simple et robuste et permet de traiter d'un seul coup une pêche importante ; toutefois, en raison même de cette rapidité, on peut craindre que la congélation ne s'opère pas pleinement à cœur dans les parties centrales, d'où le danger éventuel d'autolyse incomplètement arrêtée.

Il existe encore d'autres procédés, tendant tous au même résultat de principe, et d'autres encore seront mis à l'étude, à mesure que l'industrialisation permettra de mieux juger de l'efficacité des premiers. Il y a là un gros problème technique en voie de résolution, qui se trouve lui-même à la base d'une évolution profonde dans les conditions économiques de la pêche. On pourra, sur l'ensemble de ces questions et l'étude détaillée des réalisations et des essais en cours, lire avec intérêt un Mémoire des plus documentés, présenté à l'*Association technique maritime*, en juin dernier, par M. R. de Boysson, Ingénieur principal du Génie Maritime (Extrait publié dans le *Bulletin technique du Veritas* d'octobre 1932). Du point de vue de la construction navale, les installations réalisées jusqu'à présent en France, sur des navires de type ordinaire transformés en vue de recevoir les appareils congélateurs, permettent d'envisager, en raison des résultats obtenus, la construction immédiate de bateaux spécialement établis pour la pêche frigorifique. Ces navires devront comporter des cales froides de capacité suffisante ; les appareils de congélation devant être disposés dans un roof situé sur le pont, il faudra concilier cette condition avec la nécessité de réserver un emplacement libre suffisant pour la manœuvre du chalut. Ainsi est appelé à se préciser le type de navire approprié aux conditions, elles-mêmes en pleine voie d'évolution, de la pêche maritime frigorifique.

Louis Basso.

Mines

L'aérage des mines. — La question de l'aérage dans les mines est devenue très importante avec les grandes profondeurs atteintes aujourd'hui et l'énorme développement qu'on donne aux travaux souterrains desservis par le même puits. De plus, dans les houillères, on a reconnu que l'aérage intensif était le meilleur palliatif aux risques d'explosion dûs aux gaz ou aux poussières. Aussi le problème de l'insufflation de l'air frais dans les

galeries profondes ou de l'aspiration de l'air vicié reste excessivement vaste.

Nous donnons ci-dessous la description succincte de deux dispositions typiques fréquemment adoptées pour les gros débits : 1° le courant d'air peut à volonté être aspirant ou foulant ; 2° l'installation est complétée par un appareil de secours.

I. — Ventilateur de mine aspirant ou refoulant (fig. 1) Dans cette installation, la disposition des diffuseurs et des registres est telle que le ventilateur travaille dans des conditions très favorables pour les deux régimes.

L'air aspiré de la mine passe du puits *a* et de la galerie *b* vers les orifices d'entrée du ventilateur disposés des deux côtés de la roue *c* ; de là l'air est refoulé par le diffuseur *d* à l'air libre. Les ouvertures *e* sont fermées et le clapet *f* dans la position désignée par le trait fort.

Lorsque, à l'inverse, le ventilateur refoule de l'air frais dans la mine les clapets *e* sont dans la position représentée par le trait fort, assurant la communication avec l'air libre mais isolant ainsi le puits *a* ; puis le clapet *f* est remonté dans la position du trait pointillé alors le ventilateur aspirant l'air de l'extérieur par *e-b* le refoule par *d* dans le puits *a*. Ces registres et clapets sont manœuvrés très facilement à l'aide de palans par un seul homme, de sorte que le régime peut être changé très rapidement.

Dans l'installation représentée par la figure 1, le ventilateur attaqué par courroie est mû par une machine à vapeur *g* de 800 chevaux. Il refoule 235 mètres cubes à la seconde, le diamètre de la roue à aubes est de 3 mètres. Le diffuseur, ainsi que la carcasse du ventilateur *h* sont en maçonnerie, tandis que la partie supérieure *i* de la carcasse est en tôle, de façon à être facilement enlevable.

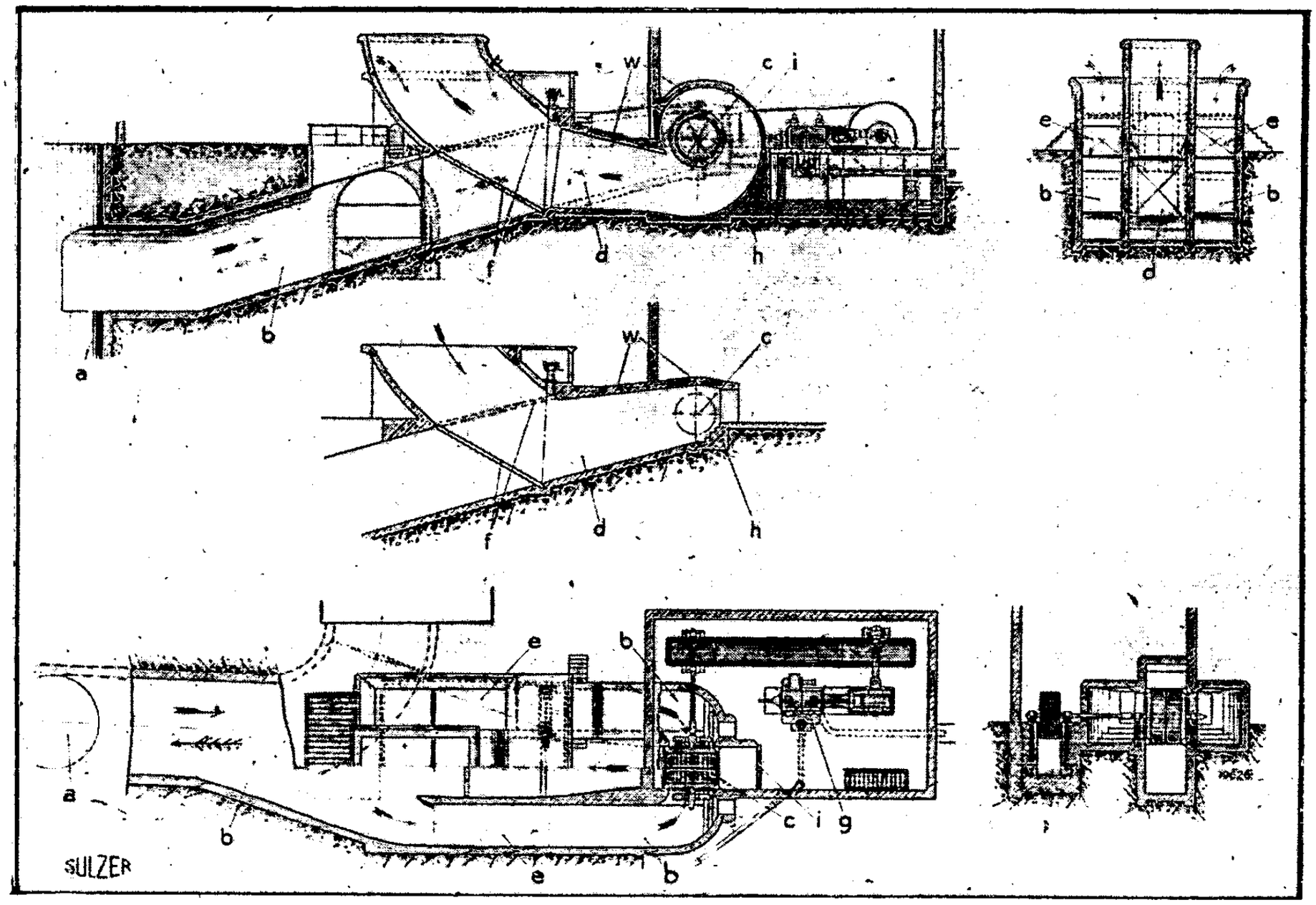


Fig. 1

II. Ventilateur aspirant et foulant, doublant un ventilateur ordinaire (fig. 2). — L'installation représente

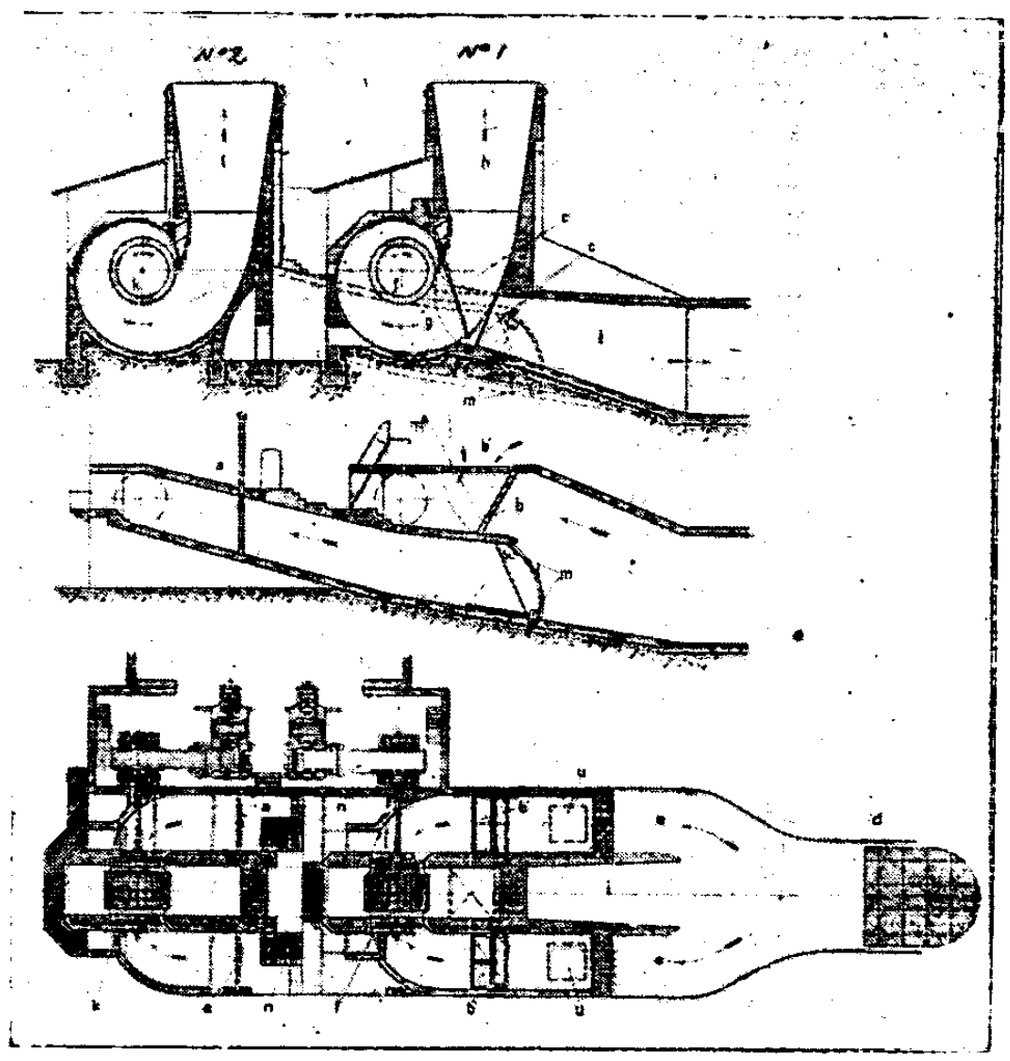


Fig. 2

deux ventilateurs ayant les mêmes caractéristiques, à marche habituelle aspirante, mais dont l'un peut devenir soufflant. Elle permet, par des manœuvres appropriées de clapets et de registres, de réaliser un des trois régimes suivants :

a) Le ventilateur n° 1 aspire l'air de la mine. Le ventilateur N° 2 est hors service; les portes *a* sont fermées, les clapets *b* montés en *c'* et le clapet *c* abaissé. L'air passe du puits *d* par les conduits *e* dans la roue du ventilateur *f* et de celle-ci par le diffuseur *h* à l'air libre.

b) Le ventilateur n° 1 refoule de l'air frais dans la mine. Le ventilateur n° 2 est toujours hors service avec les portes *a* fermées, mais les clapets sont ouverts différemment : celui *c* remonté en *c'*, et *b* complètement abaissé. L'air frais est refoulé dans le puits *d* en passant par la chambre *i* qui fait office de diffuseur.

c) Le ventilateur n° 2 aspire l'air du puits. Le ventilateur n° 1 est alors hors service, les portes coulissantes *a* sont ouvertes tandis que les clapets *b* et *c* sont abaissés. L'air du puits *d* pase par le conduit latéral *e* dans la roue à aubes *k* et ensuite dans le diffuseur *l*.

Dans le cas qui nous occupe les deux ventilateurs 1 et 2 sont entraînés par des moteurs électriques de 575 chevaux chacun ; leur débit pour chacun d'eux est de 212 mètres cubes à la seconde avec un diamètre de roues de 3 m. 25. Les carcasses sont en maçonnerie et en tôle. On peut, afin de renforcer le débit d'aspiration, faire marcher ces ventilateurs en série. V. CHARRIN.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 13 mars 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Brelot.* — **Sur le problème de Dirichlet.**

— *Krawtchouck* (prés. par M. Goursat). — **Sur la distribution des racines des polynomes orthogonaux.**

— *E. Lahaye* (prés. par M. E. Borel). — **Une méthode de résolution des équations algébriques.**

THÉORIE DES GROUPES. — *C. Chevalley* (prés. par M. Elie Cartan). — **Génération d'un groupe topologique par des transformations infinitésimales.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *N Obrechkoff* (prés. par M. E. Borel). — **Sur des fonctions méromorphes qui sont limites des fractions rationnelles.**

— *G. Valiron* (prés. par M. E Borel). — **Généralisations de théorèmes de MM. Lindelöf et Phragméu.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *E. Crausse* et *J. Baubiac* (prés. par M. H. Villat). — **Régimes transitoires dans un ajutage cylindrique renfermant un obstacle.**

— *A. Toussaint* et *H. Gibert* (prés. par M. H. Villat). — **Mesures des caractéristiques aérodynamiques des ailes supérieures et inférieures de 125 biplans en courant plan.**

— *H. Poncin* (prés. par M. H. Villat). — **Sur la détermination des mouvements d'un fluide autour d'une cavitation.**

ÉLECTRONIQUE. — *B. Kwal* (prés. par M. de Broglie). — **Sur les trajectoires des électrons dans un champ magnétique longitudinal.**

MAGNÉTO-OPTIQUE — *I.-I. Agarbiceanu* (prés. par M. A Cotton). — **L'action du champ magnétique sur les raies d'absorption de I_2.**

POLARIMÉTRIE. — *G. Bruhat* et *A. Guinier* (prés. par M. A. Cotton). — **Perfectionnement du polarimètre photo-électrique; dispersion rotative du saccharose dans l'ultraviolet.**

Les auteurs ont déterminé les mesures avec l'appareil qu'ils ont décrit précédemment, puis amélioré et rendu utilisable jusqu'à la radiation $\lambda = 2481$ A du mercure. Les résultats obtenus sont indiqués dans un tableau.

OPTIQUE. — *R. Lucas* et *M. Schwob* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur les dispersions anormales de biréfringences magnétiques et électriques.**

Les corps étudiés sont la fenchone racémique et le phénylsuccinate d'éthyle racémique. Les résultats montrent que la fenchone présente une biréfringence magnétique positive, très petite, de dispersion anormale, tandis que la biréfringence électrique du même corps est de dispersion presque normale.

Le phénylsuccinate d'éthyle racémique possède, au contraire, une biréfringence magnétique à dispersion normale, et une biréfringence électrique de dispersion anormale.

ÉLECTROCHIMIE. — *M. Quintin* (prés. par M. J. Perrin). — **Application de la théorie de Debye (formule de Grunwall, La Mer et Sandwed) aux solutions de sulfate de cuivre.**

RADIOACTIVITÉ. — *A. Debierne* (prés. par M. Maurain). — **Sur de nouvelles substances radioactives.**

Au cours de traitements chimiques effectués sur des minéraux radioactifs, l'auteur a remarqué que le radium est accompagné de substances radioactives non encore caractérisées, paraissant avoir des propriétés chimiques très voisines de celles du radium, mais ces nouvelles substances ne sont pas de véritables isotopes de celui-ci; elles peuvent se séparer par fonctionnement chimique. On peut donc leur assigner une place normale dans la classification des éléments. M. Debierne les désigne sous le nom de Néoradium (NeRa), des indices I, II, etc.; il pense qu'elles pourront être utilisées lorsqu'elles auront été caractérisées d'une manière plus précise.

CHIMIE PHYSIQUE. — *G. Lejeune* (prés. par M. G. Urbain). — **Comparaison des vitesses de réduction des solutions des sels cériques et percériques par les sucres.**

Les résultats montrent que pour un même sucre réducteur, les courbes relatives aux deux sels cérique et percérique ont une allure identique; le sel percérique présente seulement une aptitude réactionnelle légèrement plus prononcée.

— *J. Grand* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la pression osmotique des solutions de nitrocellulose**

L'auteur montre que la dégradation d'une nitrocellulose consiste en coupures de chaînes cellulosiques, en tronçons de moins en moins longs à mesure qu'on prolonge le traitement de dégradation.

— *L. Cay* et *J. Soulié* (prés. par M. Urbain). — **Ébulliomètre à prise de vapeur pour la détermination des points de rosée et d'ébullition des mélanges de liquides volatiles.**

L'appareil permet de réaliser les conditions suivantes requises pour la précision des mesures :

1° Etat d'équilibre entre la phase vapeur et la phase liquide; 2° Température uniforme dans les deux phases; 3° Identité entre l'échantillon prélévé de la phase vapeur et cette phase.

— *Choucroun* (prés. par M. J. Perrin). — **Un dispositif correct d'électrophorèse.**

Le dispositif consiste en un tube en U fermé aux deux bouts par une membrane de cellophane, et divisé en trois parties, assemblés par des rodages plans (compartiment anodique, cathodique et compartiment médian) contiendra le liquide à étudier. Les deux extrémités de ce tube en U plongent dans le même liquide ou dans un liquide salin de même conductibilité. Ce liquide repose sur un tampon de gélatine imprégné de KCl normal, l'autre extrémité du tampon est baignée par du KCl normal dans lequel plonge l'électrode.

— *M. Godchot, E. Canals* et *G. Cauquil* (prés. par M. Delépine). — **Sur le spectre Raman de quelques carbures cycléniques.**

Le spectre du cyclohexène, trouvé par les auteurs, est en parfait accord avec celui donné par Dadien et Kohlrkausch et par Lespieau et Bourguel.

Les spectres des différents carbures présentent un aspect général assez voisin entre eux d'une part, et à l'exception de la raie de la région 1.600 caractéristique de la double liaison, sans grande différence d'autre part, avec des carbures cycloniques fondamentaux.

Les spectres des carbures cycléniques possèdent de nombreuses raies fines à partir de 144 cm.$^{-1}$.

MÉTALLURGIE. — *R. Bogitch* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le grillage des sulfures; des mattes de nickel en particulier.**

Les expériences ont permis d'expliquer la méthode du grillage industriel qui consiste à éliminer aux basses températures la plus grande partie du soufre, en utilisant la grande vitesse d'oxydation du sulfure résiduel riche, formé dès le début de l'opération. Au besoin rebroyer la matte dans l'intervalle du grillage si les agglomérations ont eu lieu, puis termine le grillage le plus rapidement possible aux températures élevées en activant le rablage, ce qui évite la formation des sulfures résiduels trop pauvres, difficiles à oxyder. En procédant autrement, on est forcé d'avoir recours aux réactifs : addition d'oxyde de sulfate de nickel au début du grillage, de carbonate de soude à la fin.

CRISTALLOGRAPHIE. — *N. Yannaquis* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le polymorphisme des paraffines.**

— *V. Kunzl* et *J. Köppel* (prés. par M. de Broglie). — **Sur la constante du réseau cristallin de la force rhomboédrique du quartz.**

— *R. Hocart* (transm. par M. Pierre Weiss) — **Symétrie de la boracite et rayons X.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *G. Homery* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Déclinaison magnéiique sur l'ensemble du globe.**

— *L. Gorczynski* (prés. par M. Maurain). — **Sur la part du rayonnement solaire diffusé par la voûte céleste, dans les sommes d'insolation.**

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *L. Eblé* et *G. Gibault* (prés. par M. Ch. Maurain). - **Valeurs des éléments magnétiques à la station du Val-Joyeux (Seine-et-Oise) au 1er janvier 1933.**

Les valeurs sont comparables à celles qui ont été présentées antérieurement pour le 1er janvier 1932 et les différences représentent les variations séculaires des différents éléments. La variation séculaire de la déclinaison est encore forte, tandis que celles des composantes, horizontale et verticale, la première surtout, restent faibles.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *J. de Lapparent* (prés. par M. Barrois). — **La signification des granulites de Bretagne et la genèse du cristallophyllien.**

Les micaschistes du Léon sont d'âge antehercynien, comme les gneiss et micaschistes d'Alsace. Mais on n'a pas prouvé qu'il y ait des gneiss et des micaschistes d'âge hercynien dans le cristallophyllien du Plateau Central français. L'étude des données acquises conduit à poser le problème des rapports du granite et des schistes cristallins. La mise en place des granites hercyniens est antérieure à celle des granulites. Il faut peut-être renoncer à l'idée habituellement admise que les granites situés parmi les schistes cristallins sont comme des particularités de ces derniers. On peut penser que, dans les ensembles cristallophylliens, la mise en place des granites s'est faite en terrain vierge et que les roches typiquement cristallophylliennes ne se sont constituées qu'ensuite.

GÉOLOGIE. — *R. Furon* (prés. par M. Cayeux). — **Découverte du Cénomanien transgressif fossilifère et nouveaux gisements turoniens dans la colonie du Niger (matériaux géologiques rapportés par M. A. Chevalier).**

L'existence du Cénomanien marin, transgressif, au Niger, est démontrée par la présence d'un *Neolobites*, accompagné d'une faune tout à fait semblable à celle du Cénomanien du Sahara septentrional. D'après la position des gisements de *Vascoceras*, on peut limiter plus exactement l'extension vers l'Est des affleurements du Crétacé supérieur et de l'Eocène. La puissance du Turonien doit être d'autant plus réduite que la plupart des espèces qui y ont été recueillies appartiennent également au Cénomanien. Le Cénomanien apparaît partout dans la falaise qui termine vers le Nord les plateaux turoniens.

— *M. Thoral* (prés par M. Jacob). — **Découverte de nouveaux gisements fossilifères dans le Postdamien et l'Arenig inférieur de la Montagne Noire.**

Il existe une faunule trilobitique dans le Potsdamien; par son étude, l'auteur apporte, pour la première fois, une preuve paléontologique de l'existence de cet étage dans la Montagne Noire. Il existe, dans l'Arenig inférieur, une faune importante, qui souligne une remarquable identité de faciès entre les couches de ce sous-étage dans le Languedoc et l'Armorique.

BOTANIQUE. — *C. Kilian* (prés. par M. Molliard). — **Recherches écologiques sur les fluctuations saisonnières de l'assimilation chlorophyllienne chez les plantes du maquis algérien.**

Chez *Narcissus Tazetta*, *Pancratium maritimum*, *Iris fœtida*, l'assimilation est généralement maximum le matin, dès l'apparition du soleil, surtout après les averses, minimum par temps couvert et froid. L'assimilation chez *Iris alata* est normale par le temps couvert et humide; la plante se fane au soleil. Les plantes sclérophylles ont des courbes d'assimilation moins élevées et plus uniformes que les Monocotylédones bulbeuses. (*Pistacia lentiscus*, *Ruscus hypophyllus*, *Smilax aspera*, *Aristolochia altissima*). Les hémicryptophytes d'hiver, comme *Kundmannia sicula*, sont intermédiaires entre ces sclérophylles et les Monocotylédones bulbeuses.

PHYSIOLOGIE. — *R. Lecoq* (prés. par M. Desgrez). — **Le rôle des vitamines B dans l'utilisation des glucides par l'organisme du Pigeon. Action comparée du lévulose, du glucose, du galactose et de quelques disaccharides (holosides) incorporés dans des régimes équilibrés, riches en lipides.**

Les Pigeons sont soumis à un régime équilibré, privé de vitamine B; ils ne répondent à l'addition de levure qu'au delà d'une dose limite indispensable; une addition supérieure à celle-ci se traduit par une prolongation de la survie des animaux. Cette survie varie grandement avec la nature des glucides ingérés. L'apport des vitamines B, pour les hexoses, doit être en rapport avec leur rapidité d'absorption intestinale et l'importance de l'hyperglycémie provoquée : galactose>glucose>lévrose. Le maltose exige moins de vitamines B que le saccharose. Le lactose, comme le galactose, s'accommode mal d'un excès de vitamines B. Quand les hexoses sont engagés dans des combinaisons complexes, leur action propre semble s'atténuer.

EMBRYOGÉNIE. — *P. Cappe de Baillon* (prés. par M. Bouvier). — **La formation de la coquille de l'œuf chez les les *Phasmidæ*.**

L'épithélium folliculaire qui sécrète la coquille est formé souvent d'une assise unique de cellules.

Dans certains cas, la sécrétion de chorionine est continue; pendant l'élaboration, la cellule change de forme ainsi que le noyau, qui prend des formes en S, en U, en anneau ouvert. Mais dans d'autres cas, la paroi de l'œuf est double, formée de deux couches séparées par plusieurs dixièmes de millimètre. Après l'élaboration de la première coquille, l'épithélium se dédouble par endroits. A un certain moment, la pellicule de revêtement se rompt et l'épithélium folliculaire déplissé se gonfle en une sorte de ballonnet, au centre duquel est suspendu l'ovule entouré de sa première coquille. L'épithélium reprend son travail et édifie la seconde coquille. Les deux parois n'auront finalement que deux points de contact : au niveau de l'opercule et dans la région micropylaire.

BIOLOGIE. — *M^me^ L. Nouvel* (prés. par M. Gravier). — **Sur la mue des *Leander serratus* parasités par *Bopyrus Fougerouxi*.**

Contrairement à l'opinion de A. Giard et J. Bonnier, d'après lesquels les Crustacés décapodes infestés par des Epicarides ne muent plus, l'auteur a constaté que : chez les *Leander* parasités par *Bopyrus Fougerouxi*, le taux de croissance et la fréquence de la mue ne sont pas influencés par la présence du parasite.

CULTURE DE TISSUS. — *J.-A. Thomas* (prés. par M. Mesnil). — **La culture pure du syncytium vitellin ombilical de l'embryon de Poulet. Les premiers stades.**

Le syncytium qui revêt la vésicule ombilicale de l'embryon de Poulet absorbe le vitellus au profit de l'embryon. La culture en est difficile à cause de sa grande activité protéolytique. Cependant, en prélevant des fragments en dehors de l'aire vasculaire, on peut le cultiver en goutte pendante dans un mélange de plasma et de jus embryonnaire de Poulet. La croissance des cultures se poursuit, tant qu'elles sont chargées de vitellus, sous forme d'une membrane épithéliale composée de cellules de très grande taille et éloignées généralement les unes des autres.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *M^lle^ A. Kramer* (prés. par M. Bertrand). — **Contribution à l'étude des hétérosides de *Philyrea latifolia* L. (Oléacées).**

L'auteur a obtenu, à l'état cristallisé, le philyroside, dédoublable par l'émulsine des Amandes et la poudre d'*Aspergillus*, en glucose et *philygénol*. Celui-ci a été obtenu également à l'état cristallisé; il possède une fonction phénol libre et trois fonctions ester méthylique; il donne, par fusion alcaline, de l'acide protocatéchique. La plante renferme également du syringoside (syringine), principe très répandu dans la famille des Oléacées.

— *C. Charaux* et *J. Rabaté* (prés. par M. Bertrand). — **Contribution à l'étude biochimique du genre *Salix* V. Sur l'isosalipurposide.**

L'isosalipurpuroside s'accumule au niveau de la zone cambiale, à laquelle il donne une coloration jaune d'or. Il est hydrolysé par l'émulsine en glucose et salipurpol. Tandis que le salipurpol existe dans le salipurposide sous la forme chalconique, il existerait, dans l'isosalipurposide, sous la forme flavanonique. L'isosalipurposide présente d'ailleurs des analogies remarquables, au point de vue des propriétés physiques, avec les flavonosides.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Ch. Nicolle* et *J. Laigret*. — **Conservation des divers virus typhiques dans le cerveau des rats et cobayes infectés.**

Le typhus exanthématique historique et le typhus murin, cliniquement très voisins, ont une origine commune; cependant, ce sont deux maladies différentes, que ne distingue aucun caractère absolu, mais qui présentent un ensemble de caractères divergents. Parmi ceux-ci, il faut citer la conservation inégale des virus dans les cerveaux des rats ou des cobayes. Les faits montrent que le cerveau des rats inoculés avec le virus historique (souche tunisienne), est moins virulent que celui des cobayes inoculés avec le même virus et que celui des rats inoculés du virus murin.

MÉDECINE. — *H. Bordier* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la continuité du phénomène de Merget.**

Un corps poreux humide soumis à un échauffement suffisant devient le siège d'un mouvement de sortie de l'eau d'imbibition à l'état de vapeur qui provoque en sens contraire un mouvement de rentrée du gaz ambiant affluant par tous les pores superficiels et s'accumulant à l'intérieur sous pression. En expérimentant avec l'éther et le chlorure d'étyle, l'auteur a constaté que l'échauffement du bloc poreux n'est pas indispensable pour que la thermodiffusion se produise, quand on s'adresse à des liquides dont la vaporisation peut se faire assez rapidement à la température ordinaire. Ainsi se trouve démontrée la continuité du phénomène de Merget.

M. Mascré.

Séance du 29 mars 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Pfeiffer*. — **Sur l'expression d'un système des fonctions contenant deux paramètres.**

— *V. Niemytzki*. — **Sur les équations intégrales non linéaires.**

— *A. Denjoy* (prés. par M. E. Borel). — **Sur l'intégration des différentielles totales et la métrique des courbes.**

BIOLOGIE MATHÉMATIQUE. — *V.-A. Kostitzin* (prés. par M. Vita Volterra). — **Sur les solutions asymptotiques des équations différentielles de la théorie de croissance des organismes.**

CINÉMATIQUE APPLIQUÉE. — *F.-E. Myard* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur une théorie générale de tous les points de transmission de rotations à couples d'emboîtement.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *M. Mendès* (prés. par M. E. Esclangon). — **Un cas particulier du problème de *n* corps à masses variables.**

MÉTÉOROLOGIE. — *H. Hubert.* — **Comparaison, au point de vue des caractères climatiques, des stations météorologiques du domaine tropical français.**

L'auteur établit un tableau réalisant la comparaison entre elles des stations réparties dans des unités géographiques éloignées les unes des autres en utilisant seulement les éléments des graphiques météorologiques des stations pour lesquelles les considérations d'époque n'existent plus. Les meilleurs résultats pratiques sont obtenus en se servant de la durée des périodes de sécheresse, de l'amplitude des variations de température et des extrêmes de température.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *G. Grenet* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Un appareil pour déterminer les propriétés magnétiques des roches.**

L'appareil comporte un solénoïde constitué par 1421 spires de fil de cuivre de 8-10 mm. bobinées sur un cylindre de 21 cm. de diamètre extérieur et réparties uniformément sur une longueur de 500 mm., une bobine auxiliaire de même surface totale que le solénoïde, une boîte de résistance et un galvanomètre à aimant mobile de grande sensibilité dont la période est réglée au voisinage de 10 secondes. Les axes des bobinages sont orientés dans la direction du champ magnétique terrestre.

Les deux bobines sont montées en série avec le galvanomètre et la boîte de résistance. Le couplage est tel que les forces électromotrices induites, dans chacun des bobinages, par les perturbations magnétiques soient en opposition. Une boîte cubique de 12 cm. 5 de côté peut être placée, au centre du sélénoïde, sur un support disposé de façon que l'une des arêtes de la boîte soit parallèle à l'axe du bobinage.

MESURES ÉLECTRIQUES. — *M. Picard* et *A. Stampa* (prés. par M. Paul Janet). — **Sur une nouvelle forme de voltamètre à argent.**

Pour remédier à certains inconvénients que présentent les dispositifs employés, l'auteur a réalisé un voltamètre dont la cathode est une coupelle hémisphérique de platine de 100 mm. de diamètre, et dont l'anode est constituée par un cylindre d'argent pur de 30 mm. et 15 mm. de hauteur. Pour recueillir les parcelles d'argent qui pourraient tomber au fond de la cathode, une coupelle de verre, percée d'orifice latéraux, entoure complètement l'anode. Une deuxième coupelle en verre mobile, autour d'un arbre horizontal, reposant sur deux paliers en ébonite, permet, en fin d'opération, d'isoler l'ensemble anodique sans agitation susceptible d'entraîner des parcelles d'argent hors du séparateur.

POLARISATION ROTATOIRE MAGNÉTIQUE. — *J. Verhaeghe* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'effet Faraday d'un dérivé du camphre.**

Les mesures qui ont été faites avec le diphénylméthylènecamphre ont montré un sens de rotation positif. Le dissolvant employé était l'hexane (solution saturée, D=0,6915) qui se prête mieux aux mesures que le benzène, sa constante de Verdet étant plus faible.

PHOTOMÉTRIE. — *G. Ribaud* prés. par M. A. Cotton). — **Une solution du problème de la photométrie hétérochrome des lampes à incandescence.**

L'auteur montre que la mesure en bougies internationales (définies par des lampes étalons à filament de carbone) de l'intensité lumineuse de lampes à filament de tungstène de températures, de couleur élevée peut être effectuée, sans passer par l'intermédiaire de corps noir ou d'un filtre, par une simple mesure spectro-photométrique portant sur une seule longueur d'onde.

RAYONS X. — *Privault* (prés. par M. Jean Perrin). — **Etude des niveaux M du fer aimanté.**

RADIOACTIVITÉ. — *M. Valadares* (prés. par M. Jean Perrin). — **Spectrographie, par diffraction cristalline, des rayons γ et X de la famille du thorium.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *N. Marinesco* et *J.-J. Trillat* (prés. par M. J. Perrin). — **Action des ultrasons sur les plaques photographiques.**

Les ultrasons agissent indiscutablement sur les plaques et les papiers sensibles au sel d'argent à image latente et facilitent le noircissement pendant le développement. Cette action est due fort probablement à ce que les ultrasons accélèrent les processus d'oxydo-réduction qui ont lieu dans la couche sensible par suite du brassage violent des réactifs en présence. Les auteurs ne peuvent pas encore affirmer la formation des images latentes par les ondes élastiques de haute fréquence.

CHIMIE MINÉRALE. — *Réchid.* — **Sur la pluralité des acides métaphosphoriques.**

Les acides PO^4H^3 et $P^2O^7H^4$ fournissent d'abord l'acide dimétaphosphorique $(PO^3)^2H^2$ sirupeux, soluble dans l'eau avec dégagement de chaleur et qui redonne très facilement par hydroiyse l'acide pyrophosphorique contrairement aux autres formes condensées $(PO^3H)^n$.

L'existence de l'acide dimétaphosphorique n'est que temporaire, surtout aux températures élevées où il subit plusieurs transformations.

— *Paul Pascal* et *Réchid.* — **Préparation des dimétaphosphates.**

De nombreux sels simples ou doubles ont été décrits comme dimétaphosphates, sans que cette appellation ait été justifiée par une étude de leurs propriétés ioniques.

Les auteurs indiquent que pour obtenir des dimétaphosphates nettement caractérisés le mieux est de partir de l'acide lui-même, dont ils donnent le mode de préparation.

CHIMIE ANALYTIQUE — *H. Bierry, B. Gouzon* et *C. Magnan* (prés. par M. A. Desgrez). — **Application de la méthode iodométrique au dosage du sucre dans le sang.**

La technique de Bourgault est aplicable au dosage du sucre libre dans le plasma de cheval. La coïncidence des chiffres obtenus, parallèlement, avec ce procédé et la méthode cupro-alcaline, qui sert à définir les sucres « réducteurs », autorise à penser que le pouvoir cupro-réducteur constaté est dû uniquement à un sucre aldéhydique et que l'on dose bien ainsi le glucose ou sucre « vrai ». Les résultats sont en accord avec ceux de West, Scharles et Péterson concernant l'emploi des sels de Hg dans la détermination du sucre du sang.

CHIMIE ORGANIQUE. — *P. Carré* et *D. Libermann* (prés. par M. G. Urbain). — **La réaction du pentachlorure de phosphore sur les sulfites neutres d'aryle.**

Cette étude a eu pour but de rechercher si la réaction du pentachlorure de phosphore sur les sulfates neutres d'aryle permettrait d'obtenir, d'une manière analogue, les chloro-sulfates d'aryle ArOSOCl, et les chlorures d'aryle ArCl. L'application de cette réaction au sulfite neutre de β-naphtyle, qui s'obtient facilement au moyen du β-naphtol, aurait apporté une préparation commode du β-chloronaphtalène.

— *J. Décombe* (prés. par M. Delépine). — **Sur la condensation des phénols avec la diméthylamine et le formol.**

L. Franchet.

PÉTROGRAPHIE. — *L. Cayeux.* — **Constitution des phosphates dévoniens du Tennessee (Etats-Unis).**

Un premier type de phosphates est pétri d'organismes; un second type a le caractère d'un conglomérat formé d'éléments submicroscopiques. Les organismes présents sont des Echinodermes, dont le degré de fréquence exceptionnel forme la caractéristique fondamentale du dépôt; ces restes d'Echinodermes avaient été jusqu'ici rapportés à des Coraux. Ces phosphates ne renferment pas d'oolithes vraies mais seulement de fausses oolithes. Les roches phosphatées ont été mises à contribution, à un moment donné, pour engendrer un dépôt à caractères détritiques très accentués. Il est certain que tous les échantillons de phosphate à base de restes d'Echinodermes, se résolvent en graviers à petits éléments. L'étude des phosphates dévoniens du Tennessee fournit un exemple très démonstratif de la genèse d'un gisement de phosphate de chaux, en liaison avec une grande rupture d'équilibre de la mer, comportant une transgression, une discordance, des lacunes, et, dominant le tout, une réduction de puissance des dépôts poussée à l'extrême. La formation des matériaux analysés résulte d'un phénomène de substitution du phosphate de chaux à du carbonate de chaux, de nature organique ou non.

GÉOLOGIE. — *M. Gignoux* et *L. Moret.* — **Les unités structurales externes de la chaîne alpine entre le Pelvoux et la Durance.**

Dans la zone structurale externe des Alpes françaises, séparée de la zone interne par le bord occidental de la zone du Flysch, on doit distinguer une zône dauphinoise et une zone ultra-dauphinoise. La zone ultra-dauphinoise présente, du point de vue des faciès, des similitudes frappantes avec les séries ultra-helvétiques de Suisse et de Savoie; on ne saurait prétendre, cependant, qu'il y ait continuité matérielle directe entre les écailles ultra-dauphinoises et la nappe ultra-helvétique en Savoie et en Suisse; cette zone doit être formée de *festons* qui se relaient successivement le long de la chaîne.

— *Yang-Kieh.* — **Sur l'âge des deux principales séries de granites du Nord-Ouest du Plateau Central français.**

La granulite, plus récente que le granite, paraît d'âge hercynien. Le granite serait antehercynien; il présente des différences régionales et appartient peut-être à plusieurs systèmes : une partie antécambrienne, une partie antécalédonienne, etc. Les gneiss paraissent aussi d'âge antéhercynien.

— *A. Marin* et *P. Fallot* (prés. par M. Jacob). — **Sur la constitution d'ensemble de la chaîne calcaire du Rif.**

CHIMIE AGRICOLE. — *G. Bertrand* et *Yonosuke Okada.* — **Sur l'existence du plomb dans la terre arable.**

L'analyse d'une terre, prélevée dans le jardin de l'Institut Pasteur, a permis d'y mettre en évidence l'existence de plomb. Ce métal s'y trouve en proportion relativement élevée : près d'un quart de gramme par kilogramme de terre sèche.

ANATOMIE. — *M. Friant* (prés. par M. Joubin). — **La régression de la lèvre supérieure au cours de l'ontogénie individuelle chez l'Eléphant.**

L'Eléphant n'a pas de lèvre supérieure : la face antérieure du *proboscis* se continue directement avec la voûte palatine. Chez le fœtus existe, près de la commissure de la lèvre inférieure avec la trompe, une fossette dont la paroi supérieure représente une lèvre supérieure. Elle a, avec les organes adamantins des incisives, les rapports d'une lèvre avec les dents. Elle s'efface, plus tard, par suite du grand développement de la trompe.

MÉDECINE. — *Ch. Taguet.* — **Le traitement des tumeurs et des algies par le venin de Cobra.**

Dans de nombreux cas de tumeurs, le venin de cobra agît comme analgésiant, et peut provoquer parfois une amélioration de l'état du malade. On opère par injection du venin sous la peau. L'injection est indolore, n'est suivie d'aucun choc, d'aucune réaction thermique, d'aucun érythème local, et ne provoque jamais d'hématome.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. R. de Forcrand de Coiselet, correspondant pour la Section de Chimie, dans laquelle il avait été élu en 1903, vient de mourir. Successivement préparateur à la Faculté des Sciences de Lyon, puis au Collège de France (1878-1887), il avait été nommé Chargé du Cours de Chimie, puis Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier.

Ecole de Physique et de Chimie industrielles. — Le Cinquantenaire de l'Ecole a été célébré le 27 avril 1933 dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne. En outre, des cérémonies, ont eu lieu à l'Hôtel-de-Ville et au siège de l'Ecole où les nouveaux et luxueux laboratoires ont été inaugurés.

Congrès. — *La VIII^e Assemblée de l'Union géodésique et Géographique internationale* se tiendra à Lisbonne en septembre 1933. Pour tous renseignements, s'adresser au Secrétaire général, Brigadier H. St-J. Winterbotham, Ordnance, Suwey, Southampton.

Congrès international de Chimie Physique. A l'occasion de son 25^e^ anniversaire, la Société française de Chimie physique organise un congrès international qui se tiendra à Paris, dans la 3^e^ semaine du mois d'Octobre 1933. Pour tous renseignements, s'adresser au D^r^ Ch. Marie, 9, rue de Bagneux, Paris 9^e^.

V^e^ Cours international de haute culture médicale, organisé par la Fondation Tomarkin, de Locarno. 13-27 août 1933, à St-Moritz (Grisons, Suisse). Sujets traités : 1° Affections du sang, spécialement leucémie; 2° Maladies d'assimilation; 3° Rhumatisme et arthrite; 4° Maladies allergiques.

Le III^e^ Congrès international de cytologie expérimentale se tiendra à Cambridge du 20 au 26 août 1933. Pour tous renseignements, s'adresser : Secrétaire générale : Prof. Rhoda Erdmann, Berlin-Wilm. Naussauischestr. 17, Vdh. II.

Le Congrès international de Microbiologie qui devait avoir lieu à Berlin en 1933, est remis à 1934, par suite des circonstances économiques.

Le V^e^ Congrès international des dermatologistes et syphiligraphes, qui devait avoir lieu à Lyon en 1933, a été reporté à 1934 en raison d'autres congrès coïncidant avec les dates primitivement fixées.

U. S. Bureau of Standards. — Le Dr Lyman J. Briggs a été nommé Directeur, en remplacement du Dr C. K. Burgess décédé le 2 juillet 1932 (*Science Service, Washington, D. C.*). Le D. Briggs est depuis 1920, le chef de la Division de Mécanique et d'Acoustique du Bureau. Il a dirigé de nombreuses recherches sur l'Aérodynamique, la Stabilisation gyroscopique et les Propriétés des liquides. Il est l'inventeur avec le Dr Paul Heyl, du Compas par induction terrestre, très employé actuellement dans la navigation aérienne (*Nature*).

Science et Grammaire. — Dans un article publié par le *Temps* le 13 avril dernier, sur la « Défense de la langue française », l'auteur, Lancelot, a fait remarquer qu'on « a parfaitement raison de vouloir imposer, tandis qu'il en est temps, les rayons *ultra-violet*, les rayons *infra-rouge*, le sens étant : les rayons outre le violet, les rayons au-dessous du rouge. Mais dira-t-on volontiers : des radiations ultra-violet ?

Conseil supérieur de la Recherche scientifique. — Par décret du 11 avril 1933, il est institué auprès du ministre de l'Education nationale un Conseil supérieur de la Recherche scientifique.

Ce conseil a pour mission :

1° De faciliter les recherches désintéressées de science pure et, notamment, de donner son avis sur l'utilisation des ressources affectées à leur développement;

2° D'étudier toutes les questions d'ordre général concernant ces recherches et l'organisation des services qui y contribuent;

3° De coordonner, du point de vue scientifique, les diverses organisations qui ont pour but de les seconder.

Il peut adresser au ministre des vœux et des propositions.

Le Conseil supérieur de la Recherche scientifique comprend huit sections :

1° Sciences mathématiques;
2° Sciences mécaniques et statistiques et sciences de l'astronomie;
3° Sciences physiques;
4° Sciences chimiques;
5° Sciences biologiques;
6° Sciences naturelles;
7° Sciences historiques et philologiques;
8° Sciences philosophiques et sociales.

Les sections 1 à 6 inclus comptent chacune 11 membres dont 6 nommés et 5 élus.

Les sections 7 et 8 comptent 18 membres dont 8 nommés et 10 élus.

Les membres nommés sont choisis par le ministre sur une liste de présentation établie par le Conseil supérieur de la Recherche, après avis de la section intéressée, et comportant, pour chaque place vacante, deux candidats inscrits l'un en première, l'autre en seconde ligne.

Les membres élus sont désignés ainsi qu'il suit :

1° Pour les sections 1 à 6 inclus :

Un membre par l'Académie des Sciences.

Un membre par la fédération des sociétés scientifiques correspondant à la section intéressée.

Un membre par des chercheurs ayant moins de quarante ans.

Deux membres par des chercheurs ou savants âgés de quarante ans au moins;

2° Pour les 7e et 8e sections :

Deux par la fédération des sociétés scientifiques.

Deux membres par des chercheurs âgés de moins de quarante ans.

Quatre par des chercheurs ou savants âgés de quarante ans au moins.

Pour la 7e section, deux membres par l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

Pour la 8e section, deux membres par l'Académie des Sciences morales et politiques.

Le conseil compte, en outre : les membres « hors section » nommés par le ministre de l'Education nationale soit directement, soit sur l'avis des ministres de la Guerre, de la Marine, de l'Air, de l'Agriculture, de la Santé publique, des Travaux publics.

Le directeur de l'Enseignement supérieur est membre de droit du Conseil supérieur. Il y remplit les fonctions de secrétaire général. Il est assisté d'un secrétaire général-adjoint, désigné par le ministre et pris dans le conseil.

Le mandat des membres élus ou nommés a une durée de quatre ans; il peut être renouvelé.

Les membres nommés sont renouvelables par moitié tous les deux ans.

Il sera pourvu aux vacances qui se produiront soit dans les membres nommés, soit dans les membres élus, dans un délai de trois mois, à moins qu'il n'y ait dans un délai de six mois un renouvellement normal de la catégorie dans laquelle la vacance s'est produite.

Lorsqu'un membre du conseil aura atteint soixante-dix ans au moment de l'expiration de son mandat, il ne sera pas rééligible et il ne pourra être inscrit sur la liste de présentation établie par le Conseil supérieur, mais il pourra être maintenu en surnombre dans sa section par décision ministérielle.

Le Conseil supérieur de la Recherche scientifique est présidé par le ministre de l'Education nationale.

Le conseil élit dans son sein quatre vice-présidents pour la durée de ses pouvoirs.

Chaque section élit dans son sein un président et un vice-président.

Le directeur de l'Enseignement supérieur, les vice-présidents du Conseil, le secrétaire général adjoint, un délégué de chaque section désigné par elle et deux membres choisis dans le conseil par le ministre constituent la section permanente du conseil; elle est présidée par le directeur de l'Enseignement supérieur.

Elle est réunie sur convocation de son président. Elle a pour fonctions de maintenir la liaison entre les différentes sections et de préparer les sessions du Conseil. A cet effet, chaque section lui adresse ses propositions. Les propositions qui intéressent plusieurs sections sont présentées de concert entre celles-ci.

Le Conseil se réunit au moins une fois par an. La date et la durée de chaque session sont fixées par le ministre.

Les fonctions de membre du Conseil supérieur de la Recherche scientifique sont gratuites.

Lorsque le Conseil de la Recherche scientifique sera constitué pour la première fois, les membres nommés seront choisis par le ministre, sans présentations.

Au début de la première session, les membres nommés seront répartis en deux séries égales.

Il sera procédé par la voie du tirage au sort à la désignation de la série qui devra être renouvelée à la fin de la première période biennale.

Les détails d'organisation et de fonctionnement qui ne sont pas réglés par le décret, la composition des corps électoraux, la procédure des élections, seront fixés par arrêté ministériel.

Facultés des Sciences. — *Doctorat ès-sciences. Dispenses de la licence.* — Les docteurs en médecine, les phar-

maciens (1re classe) et les pharmaciens, aspirant au doctorat ès sciences (sciences physiques ou sciences naturelles) sont admis à subir le épreuves sans produire le diplôme de licencié ès sciences.

Ils devront toutefois justifier :

1° Pour les sciences physiques, du C. E. S. de physique générale et du C. E. S. de chimie générale;

2e Pour les sciences naturelles, de deux des C. E. S. de sciences ci-après, à leur choix, sans qu'il soit possible de cumuler deux des certificats rangés sous un même numéro : 1. Zoologie; 2. Botanique; 3. Géologie ou minéralogie; 4. Physiologie générale ou biologie générale; 5. Physique générale ou chimie générale, ou chimie physique, ou chimie biologique.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Dans notre dernier numéro du 22 avril, nous avons indiqué par erreur la nomination de M. Ribaud en qualité de Professeur des Hautes Températures, à la Faculté des Sciences de Strasbourg au lieu de la Faculté des Sciences de Paris.

— Les Conférences suivantes auront lieu aux dates suivantes :

18 mai, à 20 h. 45. — *Institut de Mécanique*, Amphithéâtre Cauchy. — M. Chapelon : *La Locomotive Compound actuelle et son avenir.*

27 et 30 mai, à 14 heures. — Amphithéâtre B de l'Institut de Géographie. — M. W. Vernadsky : *La Géochimie des Eaux terrestres* (2 Conférences).

27 et 29 mai, à 15 heures; 30 mai à 17 heures. — *Institut H. Poincaré*, Amphithéâtre Darboux. — M. Cantelli, Professeur à l'Université de Rome : *Considérations diverses sur la convergence dans le calcul des probabilités* (3 Conférences).

30 mai à 20 h. 45.— *Institut de Mécanique.* Amphithéâtre Cauchy. — M. Saintural : *Les Moteurs à explosion à grande vitesse.*

— *Soutenances de thèse.* — 27 avril. — M. Devaux : « *L'Economie radio-thermique des champs de neige et des glaciers* ».

29 avril. — M. Murray : « *Recherches sur les mécanismes paradoxaux* ».

— *Faculté de Médecine.* — M. Proust, Agrégé est nommé Professeur d'Anatomie médico-chirurgicale et technique opératoire, en remplacement de M. Grégoire.

— Par décret du 11 avril 1933, il est crée, à la Faculté de Médecine, un Institut d'Hygiène industriel et de Médecine du travail.

Museum National d'Histoire Naturelle. — Cours d'Anthropologie. — M P. Rivet, Professeur, Conservateur du Musée d'Ethnographie, a commencé ce Cours le lundi 24 avril 1933, à 20 heures 30, au Laboratoire d'Anthropologie, rue de Buffon, n° 61, et le continuera les mercredis et lundis suivants, à la même heure.

Le Professeur fera l'étude des *Races et des Civilisations de l'Indo-Chine.*

M. Lister, sous-directeur du Laboratoire fera ensuite aux mêmes jours et heures des Conférences sur les *Races de l'Afrique.*

Collège de France. — Une chaire de Physique mathématique est créée en faveur du Professeur Einstein.

Université de Lille. — *Faculté de Médecine et de Pharmacie.* — M. Morvillez, Agrégé, est nommé Professeur de Pharmacie, en remplacement de M. Gérard.

Université de Lyon. — *Faculté de Médecine et de Pharmacie.* — M. P. Bonnet, Agrégé est nommé Professeur de Clinique opthalmologique, en remplacement de M. Rollet.

Université de Nancy. — *Faculté de Pharmacie.* — M. Prévost, Docteur ès-sciences, est nommé Professeur de Chimie en remplacement de M. Favrel.

Université de Toulouse. — *Faculté des Sciences.* — M. Mignonac, Docteur ès-sciences, est nommé Professeur de Chimie, en remplacement de M. Giran.

Université de Grenobie. — *Faculté des Sciences.* — M. Vidal, Professeur sans chaire, est nommé Professeur de Micrographie (chaire nouvelle).

Université d'Aix-Marseille. — *Faculté des Sciences.* — M. Margaillan, Maître de Conférences est nommé Professeur de Chimie (chaire transformée : ancienne chaire de Physique.

Ecole préparatoire de Médécine et de Pharmacie de Caen. — La date d'ouverture du concours pour l'emploi de Professeur suppléant fixée par l'arrêté du 29 octobre 1932, au 16 mai 1933, devant la Faculté de Médecine de Paris est reportée au mardi 20 juin 1933.

Le registre d'inscription sera clos un mois avant l'ouverture du Concours.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Revue d'Acoustique. Paraissant tous les deux mois. Rédaction : Al. Proca. Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre-Curie, Paris. Administration : Les Presses Universitaires de France. 49, Boulevard St-Michel, Paris. Abonnement : France, 125 fr.; Etranger, 150 fr.

Le développement extraordinaire des industries du son, depuis la Guerre, a ramené l'attention des savants et des techniciens sur les problèmes d'acoustique. Le domaine de cette science, considéré comme complètement exploré, avait été peu à peu abandonné par les chercheurs. Nous assistons aujourd'hui à un renouveau. Les anciens problèmes sont attaqués avec des moyens expérimentaux beaucoup plus puissants ; les applications pratiques se multiplient ; la technique avance à pas de géant, posant chaque jour de nouveaux problèmes aux chercheurs. En un mot, il est déployé aujourd'hui dans le monde une activité considérable dans le domaine de l'acoustique. Malheureusement ces efforts sont dispersés et leurs résultats se trouvent épars soit dans des brevets, soit dans des mémoires publiés dans des revues qui ne s'occupent qu'accessoirement d'acoustique. Il manquait un organe d'information exclusivement dévoué à la science du son et à ses applications. Quelques physiciens et techniciens ont pensé qu'il importait de combler cette lacune. Sous l'impulsion d'un Comité d'initiative comprenant MM. Jean Perrin, Jacques Brillouin, Léon Brillouin, A. Marcellin, ils ont créé la « Revue d'Acoustique ». Cette revue se propose de parcourir tout le domaine de l'Acoustique pure et appliquée, depuis les travaux exclusivement théoriques jusqu'aux applications industrielles, et de publier aussi bien des mémoires scientifiques que des descriptions d'appareils.

Trois fascicules ont paru jusqu'à présent. Ils comprennent les articles suivants : F. Canac : Projet de vocabulaire acoustique. — Jean Perrin : Récepteur acoustique. — Z. Carrière : Mesures absolues des grandeurs fondamentales en acoustique. — P. Bicard : Les ondes ultrasonores. — P. Chavasse : Considérations sur l'évolution et l'état actuel de la technique microphonique. — F. Canac : Mesure du coefficient d'absorption du son dans les tuyaux. — Y. Rocard : Les paraboloïdes acoustiques. — Chaque fascicule comprend de nombreuses analyses étendues, et une revue bibliographique.

Nous souhaitons plein succès à notre nouveau confrère.

J. B.

The principles of plant biochemistry. Part I par Mrs Muriel Wheldale Onslow, Maître de Conférences à l'Université de Cambridge. In-8° de 326 pages. Cambridge University Press, Fetter Lane, London. — Prix : 16 sh.

Pour rendre compte de cet excellent ouvrage, j'attendais la publication, que je croyais prochaine, du tome II, mais la mort de l'auteur m'oblige malheureusement à ne présenter aux lecteurs de la Revue que la première partie d'un livre qui, complet, aurait rendu à tous les biochimistes, de très grands services. Ceux-ci regretteront vivement la disparition prématurée d'un des meilleurs spécialistes de la chimie végétale, car depuis longtemps déjà ils avaient pu apprécier le grand intérêt et la valeur scientifique de ses travaux et de ses ouvrages. J'ai d'ailleurs, ici même, pour les deux premières éditions, insisté comme il convenait sur les qualités de son livre sur les pigments anthocyaniques et de son guide pratique de biochimie végétale.

Dans les « Principes de biochimie végétale », Mrs Onslow comptait exposer, avec tous les développements que les progrès de la science a rendus nécessaires, les connaissances théoriques que nous possédons maintenant sur la chimie des végétaux supérieurs considérée du point de vue physiologique. Cet ensemble devait être traité en deux volumes ; j'ignore si l'auteur a laissé le manuscrit du tome II, mais à lui seul le premier volume forme déjà un ouvrage de réelle valeur, lequel, en raison de l'importance des questions qui y sont abordées, sera très précieux aux étudiants et aux chercheurs.

Les sucres, la membrane cellulaire, les systèmes oxydo-réducteurs, les protéines végétales, le métabolisme de l'azote et la respiration. Tels sont les sujets étudiés en six chapitres, dont chacun est suivi d'une liste de tous les travaux importants. Je n'analyserai pas plus amplement cet ouvrage, car il est de ceux que tous les étudiants, professeurs ou travailleurs de laboratoires s'intéressant à la chimie biologique et à la physiologie végétale ont intérêt à étudier ou à consulter. Les sujets que nous venons d'énumérer y sont exposés succinctement, mais si clairement, dans un esprit si moderne, et avec un tel souci d'exactitude et une si bonne documentation qu'il faut vraiment déplorer qu'ils ne forment guère que la moitié des questions que Mrs Onslow comptait traiter. A. B.

Hygiène et diététique du diabétique, par M. Henry Schwab. In-8° de 128 pages. (*Collection Hygiène et Diététique*), Gaston Doin et Cie, éditeurs, Paris. Prix : 12 francs.

S'il est toujours pénible pour un malade chronique de suivre un régime restrictif, cette contrainte doit cependant être acceptée aveuglément car de son observance dépend, pour une part capitale, le succès final. Cela est particulièrement vrai pour le diabète où la question régime est de beaucoup primordiale.

Aussi ce livre, écrit dans un sens strictement pratique, mériterait-il, de ce point de vue, de devenir, en quelque sorte, le bréviaire du diabétique qui trouvera au cours des pages les indications essentielles concernant le régime à suivre et les règles d'hygiène à observer, lui permettant ainsi de devenir le collaborateur d'autant plus précieux du médecin traitant qu'il est mieux à même de saisir la raison d'être et le sens des diverses prescriptions.

La solide expérience de l'auteur et l'emploi par lui, dès 1922, de l'insuline, dont on sait que l'introduction en thérapeutique antidiabétique a été un considérable progrès, lui permettent d'exposer, en une série de paragraphes de lecture agréable et facile ,les notions pratiques essentielles concernant l'établissement du régime et son adaptation à chaque cas, la conduite à suivre pour prévenir les complications et pour y parer, en un mot, tout ce que doit savoir le malade sur son état et sur ce qu'il doit faire pour lutter contre l'affection. Cette étude, tout en restant simple et accessible, est poussée dans les plus petits détails et, en fin de volume, des tableaux indiquent la constitution chimique des divers aliments de façon à donner un guide ferme pour l'ordonnancement du régime.

A des titres différents, médecins et malades trouveront dans cet ouvrage un précieux compendium : les premiers pour y puiser rapidement un renseignement et se remettre en mémoire un point oublié, les seconds pour en faire un mentor de tous les jours. Dr Dibiée.

L'Idée et le Réel, par Jacques Chevalier, Doyen de la Faculté des Lettres de Grenoble. In-8° de 173 pages. Arthaud, éditeur à Grenoble.

Cet élégant volume rassemble quatre études parues naguère dans différents périodiques et toutes relatives au problème de la connaissance. Dans quelle mesure nous pouvons et devons connaître l'individuel et le contingent ; comment il est possible d'échapper au perpétuel dilemme, où s'embarrassent depuis toujours philosophes et physiciens, entre le continu et le discontinu ; combien l'idée est un moyen de connaître supérieur au concept, et comment cette distinction permet d'éviter les inconvénients de l'idéalisme moderne : telles sont les questions traitées ici, questions de haute métaphysique certes, mais mises à la portée de tous les esprits curieux et tant soit peu informés par un philosophe qui est un maître dans l'art d'enseigner et d'écrire autant que dans l'art de penser.

R. Trouve.

Réflexions sur la méthode scientifique, par M. René Ducas, Ingénieur au Corps des Mines. In-8 de 36 pages. Dunod, éditeur, Paris.

Ces notes, qui ont constitué un article dans les Annales des Mines d'avril 1932, ont pour objet principal de montrer les nombreux avantages que présente le langage mathématique pour les sciences de la nature. Elles illustrent ingénieusement, à l'aide d'exemples variés et tirés des découvertes les plus récentes de la mécanique et de la physique, la pensée célèbre de Condillac qu'une science est, avant tout, « une langue bien faite ». R. T.

ERRATUM

N° du 22 avril 1933, page 237, 3e alinéa, 5e ligne, *au lieu de* :

Par heure, Par jour.

lire :

Par jour, Par heure.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 10 — 71e ANNÉE — 27 MAI 1933

LA GRANDEUR ET LA FORME DE L'UNIVERS D'APRÈS LA THÉORIE DE LA RELATIVITÉ ET L'OBSERVATION DES NÉBULEUSES EXTRAGALACTIQUES

par G. JUVET
Professeur à l'Université de Lausanne

Dans ce bref exposé, nous essaierons de résumer les résultats des travaux consacrés à la solution du problème de cosmologie que M. Einstein a posé en 1917 et à laquelle ont contribué M. de Sitter, dans la même année, M. G. Lemaître, en 1927, dans une étude qui a renouvelé la question, puis Sir Arthur Eddington et de nouveau M. de Sitter dans quelques notes et mémoires parus en 1930.

1. La théorie de la relativité générale où l'espace et le temps se fondent dans un continuum à quatre dimensions, l'univers, décrit les effets de la gravitation au moyen d'équations différentielles, que des raisonnements très simples déduisent nécessairement de quelques principes généraux, sur la validité desquels les savants sont actuellement tous d'accord.

Il suffit de connaître la *métrique* de l'univers, c'est-à-dire une forme quadratique des différentielles du_1, du_2, du_3, du_4 des coordonnées u_1, u_2, u_3, u_4 des points de l'univers, pour décrire toutes les manifestations de la gravitation, et particulièrement, pour prédire les mouvements des points matériels qui se déplacent dans l'univers. Nous n'aurons pas à considérer ces équations, ce sont simplement les équations des géodésiques de la forme quadratique en question :

$$ds^2 = \sum_{i,k} g_{ik}\, du_i\, du_k$$

Les coefficients g_{ik} sont des fonctions des coordonnées u_1, u_2, u_3, u_4 ; on les appelle les potentiels du champ de gravitation. Comme dans la théorie newtonienne, ces potentiels dépendent des masses présentes dans l'univers et de leurs mouvements ; le principe de relativité exige l'invariance des lois physiques vis-à-vis des changements quelconques de coordonnées, c'est-à-dire vis-à-vis des différents systèmes de repérage que l'observateur peut prendre pour situer dans l'espace-temps les phénomènes qu'il étudie ; il conduit à un très petit nombre de formes possibles pour le système d'équations par le moyen duquel on exprime la dépendance dans laquelle se trouvent les potentiels à l'égard des masses, et aussi de l'énergie, se déplaçant dans l'univers.

Dans ses premiers mémoires, M. Einstein proposait un système qui, pour les régions de l'uni-

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

vers où la densité de matière et d'énergie est nulle, s'écrit

$$(1) \qquad R_{ik} = 0. \quad (i, k = 1, 2, 3, 4)$$

Les expressions R_{ik}, composantes du tenseur de Riemann contracté, se construisent au moyen des g_{ik}, de leurs dérivées premières $\frac{\partial g_{ik}}{\partial u_l}$ et de leurs dérivées secondes $\frac{\partial^2 g_{ik}}{\partial u_l \partial u_m}$; par suite de la symétrie des R_{ik} les équations (1) sont au nombre de 10, égal au nombre des inconnues g_{ik}, mais elles ne sont pas indépendantes. On peut obtenir des solutions particulières du système (1) ; parmi celles-ci, on connaît une solution statique à symétrie sphérique dite de *Schwarzschild*, au moyen de laquelle le champ statique de gravitation dû au Soleil est parfaitement représenté. Cette solution, cependant, ne s'obtient pas d'une façon nécessaire à partir des équations (1), des conditions de symétrie sphérique et de l'indépendance des g_{ik} relativement au temps u_4 : on doit ajouter, dans le cours du calcul, de nouvelles conditions. On suppose qu'à l'infini, les potentiels ont une valeur constante telle que le ds^2 s'y confonde avec le ds^2 de Minkowski

$$ds^2 = -du_1^2 - du_2^2 - du_3^2 + c^2\,dt^2,$$

base de la métrique dans la relativité restreinte où les champs de gravitation sont nuls. Or ces conditions à l'infini sont peu satisfaisantes :

1° Parce qu'elles ne se formulent pas d'une manière invariante ; en effet, si l'on change de système de coordonnées, elles s'expriment autrement. Il est vrai que cette objection pourrait être levée en remplaçant la condition que nous venons de rappeler par celle-ci : les équations différentielles $R_{iklm} = 0$ doivent être satisfaites à l'infini ; mais cette suggestion, due à M. Silberstein, n'a pas été étudiée et il n'est pas certain qu'elle donne des résultats satisfaisants.

2°Parce qu'elles supposent que l'espace est infini, ce qui soulève des difficultés d'ordre physique lorsqu'on ne se borne pas à considérer une seule masse à l'origine du champ de gravitation étudié, mais qu'on cherche des solutions plus complètes où l'on tient compte de toutes les étoiles et de toutes les nébuleuses répandues dans l'espace. Le champ de gravitation pourrait devenir infini presque partout. Ces difficultés qui se posent déjà dans la théorie newtonienne ne sont pas insurmontables ; on a d'abord proposé des répartitions de matière, dans l'univers infini, que leur caractère anthropocentrique a fait rejeter immédiatement. M. Charlier en a imaginé d'autres dans une étude remarquable, où il propose une répartition hiérarchisée qui résoud élégamment le problème du point de vue newtonien. On a pu montrer, en s'inspirant de cette étude, que, du point de vue einsteinien, cette répartition hiérarchisée pouvait aussi supprimer les difficultés dont nous parlons. Il conviendrait, avant de se prononcer définitivement, de voir si cette répartition hypothétique est celle que la statistique stellaire a reconnue.

2. Quoi qu'il en soit des tentatives possibles pour surmonter ces difficultés, aucune n'a été poursuivie très loin, parce que M. Einstein en a imaginé une autre, d'une grande simplicité, dont les conséquences tout d'abord n'ont pas entraîné l'adhésion de tous les chercheurs, mais qui indiquait une méthode dont les récents travaux de M. Lemaître ont montré la fécondité.

Nous avons dit plus haut que le nombre des systèmes possibles d'équations différentielles définissant les potentiels est très réduit. Les mêmes raisons qui ont conduit au système (1) auraient pu conduire au système suivant, à peine moins simple,

$$(2) \qquad R_{ik} - \lambda g_{ik} = 0,$$

où λ est une constante. Le second membre est nul dans le vide ; si on imagine une répartition quelconque de matière et d'énergie caractérisée par le tenseur T_{ik} ; le second membre est $\varkappa\left(T_{ik} - \frac{g_{ik}}{2} T\right)$; T est $\sum_{ik} g^{ik} T_{ik}$ et $\varkappa$, une constante universelle.

La présence de ce nombre λ conduit alors, dans les cas les plus simples, à une curieuse conclusion : les distances entre deux points d'univers correspondant à la même valeur du temps (deux événements simultanés) ne peuvent être arbitrairement grandes, elles sont bornées en grandeur, le monde est fini, bien qu'illimité. Dès lors, il n'y a pas de condition à l'infini, et, par suite, pas de difficultés relativement à leur invariance et à la répartition des étoiles.

3. Suivant les hypothèses que l'on peut faire sur le tenseur T_{ik} on est conduit à telle ou telle forme du ds^2 ; cette forme métrique définit des propriétés différentielles et des propriétés intégrales en rapport avec la topologie de l'univers, c'est-à-dire en rapport avec sa forme globale, sa connexion et sa grandeur. A un ds^2 peuvent correspondre plusieurs univers, leurs propriétés locales sont les mêmes, mais leurs propriétés globales sont différentes ; nous n'entrerons pas ici dans ces détails qui n'ont d'ailleurs pas été étudiés à fond par les astronomes.

Puisqu'on considère l'univers dans son ensemble, il faut faire des hypothèses conformes aux résultats de la statistique stellaire sur le tenseur T_{ik} de façon que les équations

$$(3) \qquad R_{ik} - \lambda g_{ik} = \varkappa\left(T_{ik} - \tfrac{1}{2} g_{ik} T\right)$$

conduisent à des résultats plausibles.

M. Einstein a donné une première solution des équations (3) en supposant que l'ensemble des objets célestes ne présente pas de mouvements systématiques appréciables, ni de mouvements fortuits de trop grandes vitesses relatives.

Il admet, d'autre part, que la matière est à peu près uniformément répartie (ce qui revient à dire que la répartition des nébuleuses extragalactiques est uniforme). Le tenseur T_{ik} a toutes ses composantes nulles, sauf T_{44} qui vaut $g_{44}\rho$, ρ étant la densité constante qui traduit les hypothèses précédentes. Les ds^2 possibles sont du type statique à symétrie sphérique. Dans le calcul, il se présente une bifurcation que M. de Sitter a reconnue peu après la publication de la solution de M. Einstein.

Cette solution conduit au ds^2 suivant :

$$ds^2 = -R^2[du_1^2 + \sin^2 u_1 (du_2^2 + \sin^2 u_2\, du_3^2)] + dt^2.$$

R est une constante, on a supposé la vitesse de la lumière égale à l'unité, ce qui revient à prendre une unité de temps convenable ; on a les deux relations suivantes qui définissent λ et R :

$$\lambda = -\frac{\varkappa\rho}{2} ; \quad R^2 = -\frac{1}{\lambda}.$$

Un tel univers, où localement les fluctuations de la densité et les ruptures d'équilibre ne permettent pas de séparer le temps de l'espace, admet cependant, dans son ensemble, une telle séparation. L'espace reste identique à lui-même au cours du temps. La forme métrique de cet espace est celle d'un espace sphérique (ou d'un espace elliptique) ; il faut entendre par là que les géodésiques de cet espace, c'est-à-dire les lignes qui y jouent le rôle que jouent les droites dans l'espace euclidien, sont des cercles de rayon R. Ainsi donc, un rayon lumineux partant d'un point y reviendrait (en supposant qu'il ne soit pas absorbé, ni dévié par les fluctuations locales) après avoir fait le « tour du monde », c'est-à-dire après avoir parcouru un chemin $2\pi R$ (ou πR si l'espace est elliptique). Le volume total V de l'espace est $2\pi^2 R^3$, la masse M est $V\rho$, et par suite $M = \frac{4\pi^2}{\varkappa} R$; le rayon de l'espace est proportionnel à la masse qu'il contient ; ce rayon est ajusté à la densité ; on peut dire que l'espace d'Einstein contient exactement toute la matière pour laquelle il se borne.

4. La solution de M. de Sitter provient, avons-nous dit, d'une alternative dans le calcul. D'une part, on trouve la solution d'Einstein, d'autre part, on a $\rho = 0$, ce qui conduit à

$$ds^2 = -R^2[du_1^2 + \sin^2 u_1 (du_2^2 + \sin^2 u_2 du_3)] + \cos^2 u_1\, dt^2$$

forme métrique d'un univers qu'on appelle l'univers de de Sitter. C'est un univers vide, et l'on peut admettre, puisque la densité moyenne de matière et d'énergie est très faible, que, en première approximation, cette solution donne une bonne représentation des faits.

Ici $R^2 = -\frac{3}{\lambda}$, mais λ n'a pas de signification physique comme dans la solution précédente ; l'univers étant vide, on peut imaginer des cadres géométriques correspondant aux diverses valeurs de λ et l'on aura dans chaque cas une solution convenable.

L'espace n'est plus séparé du temps, le terme $\cos^2 u_1 dt^2$ le montre bien. A chaque instant cependant, l'espace peut être représenté sur un espace sphérique (ou elliptique) de rayon R ; le temps peut s'écouler aussi de $-\infty$ à $+\infty$, mais dans la région $u_1 = \frac{\pi}{2}$, le terme en dt est nul, le ds^2 est purement spatial ; on peut dire que le temps s'arrête sur la surface $u_1 = \frac{\pi}{2}$, cet « horizon » est une sorte de barrière du temps, c'est pourquoi on admet plutôt que l'espace t = const., est représentable sur l'espace elliptique pour lequel u_1 ne varie qu'entre 0 et $\frac{\pi}{2}$, alors que pour l'espace sphérique, il varie de 0 à π.

L'univers de de Sitter est un cadre par rapport auquel l'inertie des points matériels peut se définir en toute rigueur ; si on veut utiliser la solution de de Sitter, il faut admettre que localement, il y a des fluctuations dans la répartition $\rho = 0$, ces fluctuations créent des champs de gravitation ; il y a donc ici une distinction nette entre la gravitation et l'inertie alors que dans l'univers d'Einstein cette distinction n'a pas de sens, elle n'est à tout prendre qu'une affaire de goût personnel.

Une des conséquences les plus curieuses, mais des plus utiles pour l'astronomie, que l'on peut tirer de l'étude du ds^2 de de Sitter, concerne la période des ondes lumineuses. Un calcul, dans le détail duquel il est inutile que nous entrions, montre que la période observée T_0 d'une lumière monochromatique issue d'une source, située à la distance r de l'observateur, et l'émettant avec la période T^s, est donnée par la formule approchée

$$T_0 = T_s\left(1 + \frac{r}{R}\right)$$

ce qui correspond à un déplacement vers le rouge $\delta\lambda$ égal à $\lambda\frac{r}{R}$. Ainsi donc la lumière d'un astre lointain paraîtra à l'observateur plus rouge que la lumière d'un astre du même type, mais situé plus près. Or au moment où M. de Sitter tirait cette conséquence, on commençait à être étonné des vitesses radiales positives que présentent les nébuleuses spirales ; ces vitesses assez considérables paraissent d'autant plus grandes que la source est plus lointaine.

5. C'est cet accord avec l'observation qui donna à la solution de de Sitter une importance que l'hypothèse fondamentale $\rho = 0$, aurait pu par ailleurs diminuer. Pendant dix ans, le problème cosmologique resta au point que nous venons de préciser. En 1927, M. G. Lemaître en donna une solution nouvelle et fort élégante

dont les conséquences semblent loin d'être épuisées ; celles qu'on a déjà étudiées sont très satisfaisantes.

M. G. Lemaître fait remarquer, au début de son mémoire, que la forme du ds^2 indiquée pour l'univers de de Sitter utilise des coordonnées qui détruisent l'homogénéité de l'espace ; il s'y introduit un « centre » et un horizon » ; si l'on veut rétablir l'homogénéité dont jouit, par exemple, l'univers d'Einstein et que les hypothèses admises au début du calcul semblent exiger, on est amené à faire un changement de coordonnées, mais le champ de gravitation n'est plus statique ; le rayon de l'espace varie avec le temps. C'est pour réunir les avantages des deux solutions d'Einstein et de de Sitter que M. Lemaître s'est proposé de chercher une solution des équations (3) dans l'hypothèse où la densité ρ est variable avec le temps. Il cherche une forme de ds^2 analogue à celle qu'a trouvée M. Einstein, mais où R est variable avec le temps. Ce ds^2 doit donc être de la forme :

$$ds^2 = -R^2 d\sigma^2 + dt^2$$

et R se trouve devoir satisfaire aux équations :

$$\frac{3\,R'^2}{R^2} + \frac{3}{R^2} + \lambda = \varkappa\rho$$

$$\frac{2\,R''}{R} + \frac{R'^2}{R^2} + \frac{1}{R^2} + \lambda = 0 ;$$

on a supposé que le tenseur T_{ik} est le même que celui qu'on a utilisé dans le cas statique, à cela près que ρ varie avec le temps.

Ces équations conduisent sans difficulté à la fonction R de t qui doit représenter le rayon variable de l'univers. Cependant l'extraction d'une racine carrée qui définit $\frac{dR}{dt}$ présente une ambiguïté de signe. Si $\frac{dR}{dt} > 0$, le rayon de l'espace croît ; sinon, il décroît. L'observation devra lever cette ambiguité.

Un rayon lumineux issu d'une source située à la distance r d'un observateur qui le capte, décrit une ligne d'univers, sur laquelle on a $ds = 0$; à chaque point de cette ligne d'univers, on peut faire correspondre un nombre σ qui ne dépend que des coordonnées spatiales du point atteint à l'instant considéré par le rayon ; on peut faire en sorte que ce σ soit une longueur d'arc dans un espace sphérique de rayon un.

On a alors

$$\sigma_2 - \sigma_1 = \int_{t_1}^{t_2} \frac{dt}{R} ;$$

considérons sur le dit rayon un train de signaux partant de la source à des intervalles δt_1 et arrivant à l'observateur à des intervalles δt_2, on aura

$$\frac{\delta t_2}{R_2} - \frac{\delta t_1}{R_1} = 0,$$

ou $\frac{\delta t_2}{\delta t_1} = \frac{R_2}{R_1}$. La période des signaux, ou si l'on veut la période de la lumière reçue, est à la période de la lumière émise comme le rayon de l'espace au moment de la réception est au rayon de l'espace au départ. Si on applique cette règle aux nébuleuses, le fait que $\delta t_2 > \delta t_1$, puisque la lumière reçue est reportée vers le rouge, montre que $R_2 > R_1$; le signe à propos duquel on hésitait est le signe + ; le rayon de l'espace croît avec le temps, l'espace se dilate. On a de plus

$$\frac{R_2 - R_1}{R_1} = \frac{\Delta R}{R} = \frac{R'}{R}\Delta t = \frac{R'}{R} r = \frac{\Delta\lambda}{\lambda} ;$$

car $r = c.\Delta t$ et l'on a fait $c = 1$.

Le rayon de l'univers croît donc, la lumière est déplacée vers le rouge d'une quantité proportionnelle à la vitesse de croissance du rayon de l'espace et à la distance qu'elle parcourt.

Les spectres des nébuleuses très lointaines sont déplacés de plusieurs octaves vers l'infrarouge où nous ne pouvons pas les déceler, tout au moins optiquement.

6. Sir Arthur Eddington a complété sur quelques points l'étude de M. Lemaître. Il a montré que l'univers d'Einstein est instable : si dans l'univers d'Einstein, on imagine une diminution virtuelle de la densité (comme raisonnent les mécaniciens quand ils appliquent le principe des vitesses virtuelles), la masse restant constante, le rayon de l'espace d'Einstein subit une variation virtuelle, qui est un accroissement ; la densité continuera à diminuer et l'espace se dilatera toujours ; l'inverse se produit si la densité subit une augmentation virtuelle : l'univers ayant commencé à se dilater, continuera toujours à se dilater, R augmentera indéfiniment et ρ tendra vers zéro.

7. Si l'on complique un peu les hypothèses sur le tenseur T_{ik}, en introduisant une pression p : la pression de radiation et la pression, au sens de la théorie cinétique, des « molécules » que sont les nébuleuses, on peut montrer que l'espace en se dilatant utilise une quantité d'énergie qui est l'intégrale de pdv tout comme fait, suivant la thermodynamique, la pression d'un gaz qui se dilate.

On ne sait pas pourquoi l'univers se dilate ; on l'ignore autant qu'on ignore la signification physique de la constante cosmologique λ ; les auteurs qui se sont occupés de cette question ne croient pas que ce soit la pression de radiation qui serve à « gonfler » l'espace. Tout ce qu'on peut affirmer, c'est que la dilatation est due à la constante cosmologique λ, que très récemment Sir Arthur Eddington a reliée par de hardis et étonnants raisonnements aux constantes universelles de la physique atomique.

8. L'univers de Lemaître conduit à des paradoxes qu'il est intéressant de faire connaître. Un observateur peut voir toutes les parties de

l'espace (en admettant que la lumière ne soit ni absorbée, ni déviée par les fluctuations locales de la densité) ; il pourrait même voir plusieurs fois l'histoire antérieure du monde, mais il se pourrait que la lumière qu'il émet n'arrivât pas à faire le tour du monde, elle se perdrait en luttant de vitesse avec la dilatation de l'espace.

Il y a plus : les nébuleuses spirales deviennent de plus en plus distantes les unes des autres ; nous les verrons toujours moins nettement ; dans 10^{10} années leurs magnitudes auront augmenté de 10 unités ; l'espace paraîtra désert à nos successeurs ; soyons donc heureux de vivre à une époque où ces si intéressants objets sont encore visibles !

9. M. de Sitter, se fondant sur les travaux de M. Hubble, a pu indiquer avec une certaine précision la grandeur actuelle de l'espace et la vitesse avec laquelle son rayon s'accroît. Admettons comme M. Hubble le pense que les nébuleuses spirales, sphériques et elliptiques sont des objets standardisés de masses à peu près égales à $10^{11}\odot = 2.10^{44}$ g., dont on trouve en moyenne un exemplaire par cube de 10^{24} cm. de côté ; cela fait une densité moyenne $\rho = 2.10^{-28}$ g.cm^{-3}. D'autre part, l'étude statistique des vitesses radiales apparentes des nébuleuses spirales conduit à la relation empirique suivante, entre la distance des nébuleuses et leur vitesse de fuite :

$$r = 2\,000.\frac{V}{C}10^{24},$$

C étant la vitesse de la lumière. On a déjà indiqué la relation

$$\frac{\delta\lambda}{\lambda} = \frac{R'}{R}r$$

et l'équation cosmologique

$$\frac{3\,R'^2}{R^2} + \frac{3}{R^2} = -\lambda + \varkappa\rho\,;$$

en convertissant $\frac{\delta\lambda}{\lambda}$ en vitesse, conformément à la théorie de l'effet Doppler-Fizeau, en introduisant la constante $R_0 = \frac{1}{\sqrt{-\lambda}}$ à la place de λ, on a deux équations pour déterminer R_0 et R; seul R nous intéresse ; R_0 serait le rayon d'un espace einsteinien dont la densité serait conforme au choix de la constante λ. On pourrait imaginer que le monde est parti d'un stade einsteinien correspondant à cette valeur de λ, avec un rayon R_0 et qu'il a atteint la valeur R qui est égale d'après les calculs esquissés ci-dessus à : $1{,}6.10^{27}$ cm. (En choisissant une densité ρ, 100 fois plus petite, on eût trouvé $8{,}4.10^{27}$ cm.).

La masse totale répandue dans l'espace est donc $\alpha.10^{55}$ gr., α étant un coefficient inférieur à 10 et supérieur à 1 qui dépend du choix qu'on fait entre l'espace elliptique et l'espace sphérique. Cela donne, comme l'a indiqué Sir Arthur Eddington, un nombre de protons égal à $\beta.10^{79}$, l'incertitude sur le facteur β provient de la raison déjà dite : on ne sait pas distinguer si l'on compte chaque proton une ou deux fois (il est même probable, d'après certains théorèmes d'*analysis situs*, qu'on ne sait pas combien de fois on compte chaque proton, on peut les compter n fois sans s'en apercevoir) (1).

Le tour du monde exigerait à la vitesse de la lumière 10^{10} années ; on n'en connaîtrait avec le télescope du M^t Wilson qu'une fraction égale à 1/100e environ dans chaque direction.

Le rayon de l'espace a doublé en 2 milliards d'années, c'est-à-dire depuis la formation des planètes.

Telles sont sèchement indiquées les estimations numériques que l'on peut déduire de la théorie et de l'observation.

10. On peut se demander comment les concentrations de matière modifient la courbure de l'espace en leur intérieur et dans leur voisinage. Il est évident que la densité à l'intérieur d'une nébuleuse, ou d'un amas, ou encore d'une étoile, prenant des valeurs des millions et des millions de fois plus considérables que la valeur moyenne, les courbures très accentuées ici ou là créeront des sortes de « mamelons » mamelonnés à leur tour (2). Mais alors, concernant leur dilatation, on ne sait encore pas grand chose, les solutions des équations (3) dans le cas d'un tenseur T_{ik} un peu compliqué sont encore très mal étudiés.

11. Pour être complet, il convient de mentionner quelques travaux plus récents que ceux que nous avons étudiés jusqu'ici. MM. Einstein et de Sitter ont montré qu'on peut rendre compte des apparences présentées par les nébuleuses spirales en faisant $\lambda = 0$. La solution qu'ils donnent

$$ds^2 = -R^2(dx^2 + dy^2 + dz^2) + c^2\,dt^2$$

est très simple ; R dépend du temps, l'espace est à courbure nulle et l'on pourrait dire que l'échelle des distances cosmiques varie avec le temps.

Il est naturellement fâcheux que l'on revienne par là à un espace infini ; le problème de l'inertie, dont nous n'avons rien dit pour ne pas allonger démesurément cette étude, ne se résoud pas aussi élégamment dans cette nouvelle conception. Il est possible qu'elle ne soit que provisoire et rien n'empêche d'ailleurs d'adopter la solution de Lemaître même si l'on ne veut pas accepter les valeurs données plus haut pour les distances entre les nébuleuses spirales. L'estima-

(1) Je tiens cette remarque de M. Georges de Rham.

(2) Il faut naturellement étendre cette image à deux dimensions à un espace courbe à trois dimensions.

tion de ces distances est fondée sur une hypothèse qui n'est pas entièrement justifiée, il est vrai, et nos télescopes ne sont pas encore assez puissants pour que nous soyons assurés de l'existence d'une courbure de l'espace. Mais il nous paraît plus satisfaisant d'adopter la théorie de l'espace *fini* à rayon variable ; on peut la retrouver d'ailleurs, semble-t-il, même en faisant $\lambda = 0$. Cependant cette restriction prive les théoriciens d'une constante dont Sir Arthur Eddington a montré tout l'intérêt théorique.

En plus des services très précis qu'elle rend, la conception d'un espace fini à rayon variable paraît fournir une méthode féconde pour la solution des problèmes encore à résoudre : rôle de la pression de radiation, évolution et second principe de la thermodynamique, rapports entre la grandeur du monde, le nombre des particules qu'il contient et les constantes universelles de la physique atomique.

Si de nouvelles difficultés ont surgi relativement à la durée de l'évolution du système solaire qui se place avec peine dans la chronologie cosmique de Lemaître, c'est peut-être parce que les moyens dont disposaient jusqu'ici les cosmogonistes ne leur ont pas permis de poser avec assez de précision les problèmes dont ils discertent ; ne trouveront-ils pas dans la cosmologie de la relativité des règles nouvelles pour conduire plus sûrement leur imagination ?

Pour nettement saisir la position du problème cosmologique on lira :

JEAN CHAZY : *La théorie de la Relativité et la Mécanique céleste*, tome II, Paris, 1930 ; et aussi SILBERSTEIN : *The Theory of Relativity*, 2d. ed. London, 1924.

Ces deux remarquables ouvrages exposent les travaux antérieurs au mémoire de M. Lemaître.

Pour ce qui concerne les espaces à courbure constante et la distinction entre l'espace sphérique et l'espace elliptique, voir :

CARTAN : *Leçons sur la géométrie des Espaces de Riemann*, Paris, 1928.

Les principaux mémoires originaux sur lesquels se fonde notre étude sont les suivants :

EINSTEIN : *Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitätstheorie* ; Sitzungsber. Akad. Wiss. Berlin, 1917.

DE SITTER : *On Einstein's Theory of Gravitation and its Astronomical Consequences*, third paper, Monthly Notices of the R. Astr. Soc., LXXVIII (1917).

LEMAITRE : *Un Univers homogène de masse constante et de rayon croissant rendant compte de la vitesse radiale des nébuleuses extra-galactiques*, « Annales de la Société scientifique de Bruxelles », Série A, XLVII (1927) ; traduit en anglais dans les M. N. XCI (1931).

EDDINGTON : *On the Instability of Einstein's Spherical Wordl*, M. N. XC (1930).

DE SITTER : *On the magnitudes, diameters and distances of the extragalactic nebulae, and their apparent radial velocities*, « Bulletin of the astron. Inst. of the Netherlands », V, n° 185 (1930).

DE SITTER : *The expanding universe. Discussion of Lemaître's solution of the equations of the inertial field*, B. A. N., V, n° 193 (1930).

LEMAITRE : *On the random motion of material particles in the expanding universe. Explanation of a paradox*, B. A. N., V, n° 200 (1930).

DE SITTER : *Further remarks on the astronomical consequences of the theory of the expanding universe*, B. A. N., V, n° 200 (1930).

LEMAITRE : *The Expanding Universe*, M. N., XCI, (1931).

JUVET : *Sur quelques solutions des équations cosmologiques de la relativité*, « Commentarii Mathematici Helvetici », III. (1931), et *Sur quelques* ds^2. « Helvetica Physica Acta » V (3) (1932). (Etudes d'Univers non-sphériques).

Le travail récent de MM. Einstein et de Sitter cité au § 11 a pour titre :

On the Relation Between the Expansion and the Mean Density of the Universe. « Proceedings National Acad. of Sciences of the U. S. A. », mars 1932.

Les conséquences que la théorie de M. Lemaître entraîne pour l'évolution du système solaire et de la galaxie sont étudiées dans le numéro du 24 octobre 1931 du journal anglais *Nature*. (*Cf.* aussi la traduction qu'en a fait M. Coudere ; une brochure chez Gauthier-Villars).

Enfin la relation étonnante entre la constante cosmologique λ et les constantes h, e, c, m, de la physique atomique est établie dans un mémoire de Sir Arthur Eddington paru dans les « Proceedings Roy. Soc. », London, vol. A. 123, 1931. Voir aussi, du même auteur, le charmant petit livre qui vient de paraître : *The expanding Universe*, Cambridge University Press.

LE BIOLOGISTE OCÉANOGRAPHE

Dr JOHS. SCHMIDT (1877-1933)

SA CARRIÈRE ET SON ŒUVRE

par le Dr Louis ROULE
Professeur au Museum National d'Histoire Naturelle

Le 21 février dernier, mourait à Copenhague, dans le laboratoire Carlsberg dont il était le Directeur, l'un des plus grands savants dont le Danemark puisse s'honorer. Le professeur Dr Johannes Schmidt, brusquement emporté à 56 ans, dans la force de l'âge et la maturité de son esprit, compte, en effet, parmi les plus éminents biologistes océanographes de notre époque. Possédant à la fois un beau tempérament de marin et une ardente passion de naturaliste, il mena de front, sa vie durant, ces deux formes de son activité. Son ardeur laborieuse, son raisonnement judicieux, lui permirent d'élucider d'importants problèmes, notamment ceux qui s'adressent aux voyages périodiques des principales espèces de Poissons. De son vivant, il connut la célébrité. Ses investigations prépondérantes s'étant orientées du côté des migrations des Anguilles, il eût le mérite d'en préciser les épisodes extraordinaires, méconnus ou discutés depuis l'antiquité, et il en acquit bientôt une réputation mondiale, qui ne cessera d'accompagner son souvenir.

Ses débuts furent précoces. Ayant acquis, en 1898, à vingt-et-un ans, tous ses grades universitaires, il se tourna d'abord du côté de la botanique. Son premier travail, publié en 1899, est une étude relative à l'influence des agents extérieurs sur la structure des feuilles chez certaines plantes maritimes. Il se livre ensuite à des recherches concernant les Algues, les Diatomées, les Bactéries. Ce n'est qu'après deux ou trois années de ces travaux préliminaires, où il acquit l'expérience technique de l'observation, qu'il devint naturaliste océanographe.

Les croisières d'exploration qu'il entreprit et qu'il dirigea ont leur caractère propre. Elles n'ont point pour objet une sorte de prospection générale des faunes marines à toutes profondeurs, comme le furent, par exemple, celles du *Challenger* et du *Travailleur*. Elles ne cherchent pas davantage l'examen complet, et poursuivi à régulières reprises, d'une région déterminée, comme celles du prince Albert Ier de Monaco dans la Méditerranée occidentale et l'Atlantique avoisinant. Elles s'attachent de préférence à l'étude, poussée à fond, d'espèces déterminées, choisies parmi les plus importantes et les plus

Fig. 1. — Le Dr Johs Schmidt 1877-1933.

caractéristiques ; puis, à leur propos, cette étude s'efforce de reconnaître toutes les conditions de milieu, physiques et biologiques, dont la nature

les entoure normalement. L'investigation analytique y sert ainsi de base précise, totale, à une synthèse achevée.

II

Il entra de bonne heure dans cette carrière d'explorateur scientifique. Il partit pour l'Extrême-Orient, en 1899-1900, dans une expédition danoise que dirigeait le zoologiste Mortensen. Il y figurait comme botaniste, et, de fait, ses travaux, jusque-là, s'étant portés sur des plantes, ce choix n'avait rien d'étonnant. Il s'occupa tout spécialement de la végétation, et des associations végétales, de l'île de Koh-Chang (Ile des Eléphants), dans le golfe de Siam. Il y montre déjà les qualités qui s'affirmeront plus tard. Il a grand soin de ne rien omettre, de pousser partout ses investigations, de déterminer avec justesse les plantes qu'il a récoltées. Rien ne lui échappe, depuis les Algues de la côte jusqu'aux bois touffus de l'intérieur de l'île. Le mémoire qu'il a publié sur ce sujet contient nombre d'intéressantes observations, notamment sur la forêt vierge centrale et sur ses lianes grimpantes.

Ce voyage décida de sa vocation. Revenu dans son pays, où l'industrie des pêches possède une valeur économique considérable, on l'associa aux recherches entreprises sur la répartition en mer des principaux poissons comestibles, sur leur mode de vie, et leurs déplacements. Il devint ichtyologiste, et le restera désormais. Une Commission danoise officielle étant fondée « pour l'exploration de la mer », qui ne devait pas tarder à devenir Commission internationale avec siège à Copenhague, le gouvernement danois armait un navire, le *Thor*, destiné à effectuer les croisières annuelles, projetées à cet effet, et le faisait aménager pour servir aux recherches sur les lieux de pêche, dans le but de fixer les points dont les pêcheurs praticiens tireraient ensuite leur profit.

J. Schmidt s'y embarqua avec assiduité, tous les ans, depuis 1903. Ses premières investigations le portèrent dans les parages de l'Islande et de l'archipel des îles Færoé. Elles furent des plus fructueuses. Ces régions, fréquentées par les pêcheurs de Morues, procurent souvent des rendements considérables, mais aléatoires parfois, car les poissons vont et viennent, disparaissent ou apparaissent, sans motifs bien visibles. Schmidt trouva la cause de ces variations, dont les pêches subissent les contre-coups. Il l'a mentionnée dans un ouvrage qu'il publia dès l'année suivante (*Fiskeri-undersögetser ved Island og Faröerne*, 148 pages, Kjobenhavn, 1904), accompagné de cartes, de plans, de figures. Elle est, selon lui, d'ordre thermique, et tient à la température des eaux. Les lieux où se rendent les pêcheurs ont des thermalités différentes, les uns recevant des nappes aqueuses relativement tièdes qui leur viennent de l'Atlantique, les autres étant influencés par les courants froids qui descendent de la calotte polaire. Or, les Morues, quand elles préparent leur ponte annuelle, ont besoin de se rendre dans les eaux dont la température serait alors la moins basse. Elles y vont, s'y rassemblent, pondent, puis se dispersent. Aussi l'industrie des pêches peut-elle agir à coup sûr, en tenant compte de ces diverses conditions.

Les explorations des années suivantes furent consacrées à préciser ces données, en se servant du marquage. Ce procédé consiste à recueillir un certain nombre de poissons bien vivants, à les marquer au moyen d'agrafes spéciales avec signes de reconnaissance, puis à les remettre dans l'eau en leur rendant la liberté, afin de voir ce qu'ils deviendront plus tard, si le hasard fait que plusieurs d'entre eux soient repris. Ce hasard heureux s'étant présenté parfois, il a corroboré sur pièces les indications déjà fournies par l'étude physique du milieu marin et de ses variations.

Ces constatations élargissaient sans cesse, d'année en année, leur domaine et leur cercle d'action. On peut suivre leurs progrès, en parcourant la liste des nombreuses publications où l'auteur expose, au fur et à mesure, les résultats auxquels il est parvenu. D'autres poissons s'y joignent à la Morue : la Plie, et aussi l'Anguille. Les explorations annuelles du *Thor*, sous cette impulsion, dépassent les abords de l'Islande, descendent vers le Sud, se rapprochent de l'Europe continentale, parviennent à la péninsule Ibérique, puis finissent par pénétrer dans la Méditerranée.

Cette croisière méditerranéenne fut effectuée en deux fois, de 1908 à 1910. La façon dont elle a été exécutée, l'importance des notions qu'elle a permis d'établir, montrent à quel point J. Schmidt était déjà parvenu à une réelle maîtrise dans la conduite des explorations d'océanographie biologique. Rien ne lui échappe ; tout est examiné, mesuré, noté avec le plus grand soin, depuis la nature des dépôts sous-marins, jusqu'à l'examen des courants, et la pêche des animaux aux diverses profondeurs. Revenu avec d'énormes matériaux, il s'est empressé de les faire connaître, d'en distribuer plusieurs à des spécialistes ; et ces « Reports » ont donné, sur les eaux méditerranéennes, des indications de la plus haute valeur.

C'est au cours de cette croisière que le problème de la biologie de l'Anguille prit en son esprit toute son acuité. Ayant amassé sur lui, au cours des années antérieures, en étendant ses explorations dans l'Océan Atlantique au large du continent européen, de nombreuses observations parmi lesquelles il commençait à s'orien-

ter, il venait de rencontrer, dans la Méditerranée, des indications complémentaires. Sans délaisser ses autres études, il accorda volontiers la prépondérance à celle-là, et songea à entreprendre une croisière nouvelle, plus vaste que les précédentes, destinée à élucider l'énigme offerte par la ponte de ce poisson, et à lui donner sa solution. Les événements de la Grande Guerre retardèrent momentanément son entreprise ; toutefois, il n'y eut là qu'un répit. L'expédition eût lieu en deux fois, pendant les années 1920-1922, mais sur un autre bateau que le *Thor*. Ce nouveau navire, plus grand, mieux installé pour les recherches scientifiques, et capable de tenir la mer longuement, était le *Dana*.

III

L'Anguille est un poisson de haute valeur économique. Sans égaler à cet égard le Hareng ni la Morue, elle vient immédiatement après eux. Si sa consommation à l'état frais n'est pas très considérable, en revanche ses conserves salées

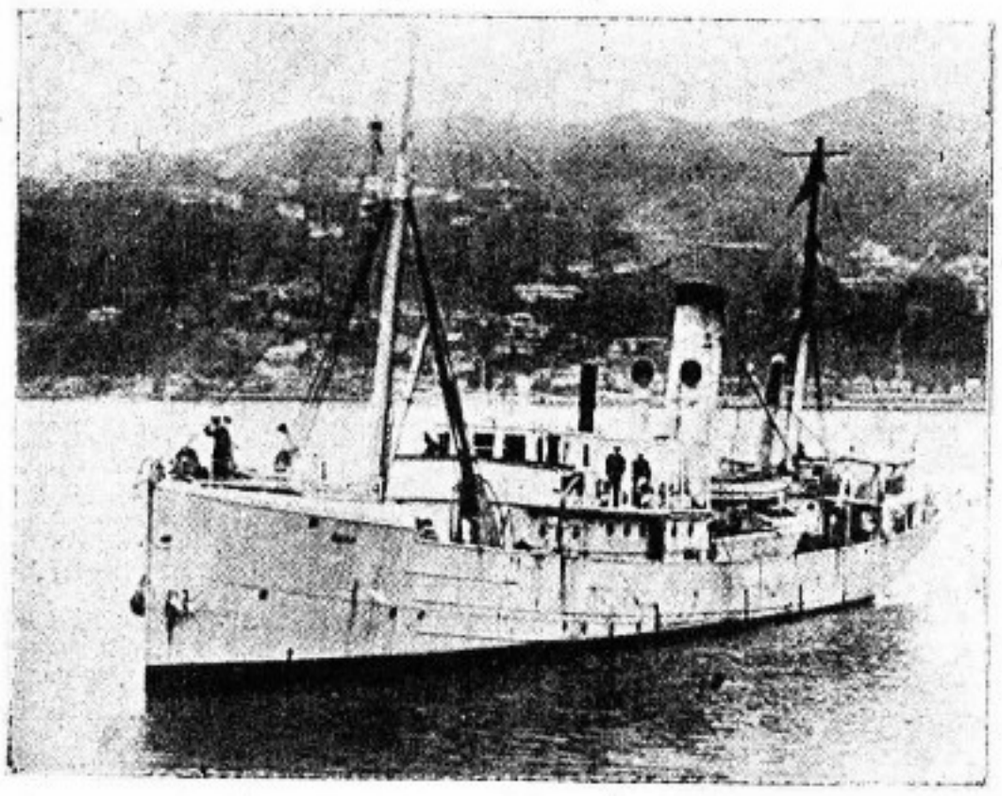


Fig. 2. — Le *Dana* en rade de Wellington (N.-Z.).

et fumées jouissent, dans nombre de pays, d'une notable réputation. Les pêcheries danoises, installées pour la capturer au long des détroits qui conduisent de la Baltique à la mer du Nord, en tirent d'avantageux rendements. La tentative de J. Schmidt, qui consistait à préciser les épisodes de la biologie de l'Anguille, méritait donc d'être menée jusqu'au bout, malgré les difficultés d'une pareille étude, et même ses dangers de navigation.

L'Anguille de nos pays (*Anguilla anguilla* L.) est répandue dans l'Europe presque entière. Elle y habite les eaux douces continentales, courantes ou stagnantes, et les eaux saumâtres des estuaires et des étangs littoraux. Au Nord, elle remonte jusqu'au 70e degré de latitude. Au Sud, elle descend jusqu'aux régions méditerranéennes, et les déborde pour pénétrer dans l'Afrique septentrionale. Son aire de dispersion est la plus vaste de celle des poissons des eaux douces. Sa fréquence est grande à peu près partout. Et, malgré cette abondance, personne n'a jamais pu constater directement, dans un fleuve ni dans un étang, comment elle se reproduit. On le voit pour les autres espèces qui vivent auprès d'elle, mais on ne l'a jamais observé à son égard.

Cette énigme est ancienne. Aussi n'a-t-on point manqué de supposer ce que l'on ne pouvait contempler. La reproduction des Anguilles s'est entourée de légendes. On les a fait naître de la vase des marécages, ou de la décomposition des bêtes noyées. La présence, chez certains poissons, de vers parasites de forme cylindrique, a fait supposer qu'il s'agissait là d'une genèse d'Anguilles, façonnées par alternance de générations. Cependant, à côté de ces suppositions, la connaissance scientifique progressait, et parvenait à fonder quelques notions précises. Elle a établi que, chaque année, en automne et jusque dans l'hiver, une migration s'accomplit chez les Anguilles, qui les fait descendre à la mer, où elles disparaissent bientôt. L'examen anatomique de ces émigrantes a montré que leurs glandes sexuelles commençaient à se développer. Il est donc indiscutable que les Anguilles ne pondent pas en eaux douces, et qu'elles se rendent à la mer afin d'y accomplir leur génération. Elles sont migratrices thalassotoques, effectuent leur vie de croissance dans les eaux continentales, mais reportent leur vie reproductrice dans les eaux marines, contrairement aux espèces migratrices potamotoques, le Saumon, l'Esturgeon, l'Alose, qui font l'inverse, grandissent en eaux marines, et vont ensuite dans les fleuves pour y enfanter.

L'observation a montré, en outre, que, chaque année, en hiver et au printemps, les embouchures des cours d'eaux, dans tous les pays habités par l'Anguille d'Europe, sont envahies par du fretin de cette espèce, venant de la mer par myriades, et pénétrant dans les fleuves, dans les étangs littoraux, afin de s'y installer, et de les remonter. Ces jeunes Anguilles, transparentes comme du cristal, désignées dans notre pays par les noms de *Civelles*, de *Piballes*, de *Bouirons*, possèdent l'allure générale et la forme cylindrique de l'adulte, mais ne mesurent, pour la plupart, que 6 à 8 centimètres de longueur sur 2 à 3 millimètres d'épaisseur. Menues, ondulantes comme des vermisseaux, elles émigrent de la haute mer vers les eaux côtières, puis dans les eaux de l'intérieur. Elles font donc le pendant inversé des Anguilles reproductrices, qui descendent à la mer pour y frayer. Elles représen-

tent le produit de ces dernières, né en mer. Elles retournent en eau douce afin d'y grandir comme ont fait leurs parents. Il demeurait donc établi, dès le siècle dernier, que le cycle reproducteur de l'espèce s'établit en double fonction des eaux continentales et de la mer ; mais on ne pouvait alors préciser mieux, ni plus loin.

L'ichtyologie en était à ce point, quand des observations, datant de 1897, apportèrent à cette histoire de l'Anguille un élément nouveau, celui d'une métamorphose larvaire, que subirait le très jeune individu avant de parvenir à la forme de Civelle. On connaissait alors, pour l'avoir recueilli à maintes reprises, dans la Méditerranée, où il vit en profondeur, un petit poisson remarquable, auquel on a donné le nom de *Leptocephalus brevirostris* Kaup. De faibles dimensions, mesurant en moyenne 7 à 8 ou 9 centimètres de longueur, d'une parfaite transparence cristalline, ce poisson se fait remarquer, entre autres dispositions, par sa forme aplatie et foliacée. Or, chez ces Leptocéphales, la forme plate est passagère, car elle se modifie pour se convertir en celle d'une Civelle. En fait, le *Leptocephalus brevirostris* est la larve de l'Anguille, destinée à se métamorphoser pour passer à l'état parfait. Il fut donc entendu, à dater de cette époque, que la reproduction marine de l'Anguille est plus complexe que l'on ne pouvait le présumer, puisqu'elle comporte l'existence de larves vivant en profondeur.

Les choses en étaient là, sans plus, quand J. Schmidt, avec les croisières du *Thor*, entra en scène à son tour. Dès l'année 1904, au début de ses explorations océanographiques, il trouve dans l'Océan Atlantique le *Leptocephalus brevirostris*, que, jusqu'à lui, l'on connaissait seulement dans la Méditerranée. Il trouve aussi, à nombreux exemplaires, toutes les phases de la métamorphose en Civelle. Possédant ainsi, à proximité des pêcheries de son pays, l'un des termes du problème, celui du début, il cherche à le raccorder au terme de la fin, celui de la migration des Anguilles génétiques vers la mer. Il marque des sujets, et s'aperçoit que ces derniers, si quelques-uns d'entre eux sont repêchés ensuite dans les détroits, disparaissent, par contre, et de façon complète, aux approches de l'Atlantique. Les pêches les plus serrées n'en ramènent aucun. En revanche, ses filets planctoniques, établis par lui sur un modèle approprié, lui donnent toujours, à mesure que ses croisières s'étendent au large de l'Europe, un contingent parfois abondant de Leptocéphales. La conclusion s'imposait donc à son esprit : les Anguilles génétiques vont frayer en profondeur, dans un lieu quelconque de l'Océan Atlantique, d'où leurs produits reviennent ensuite, sous la forme de Leptocéphales destinés à se transformer en Civelles.

Mais quel peut être le lieu de ponte où va se reproduire ce poisson ? Est-il disséminé dans le vaste Océan ? Est-il concentré, au contraire, en un endroit spécial qui serait l'aire génétique de l'Anguille d'Europe ? Comment faire pour le savoir, puisque les individus reproducteurs, malgré leur grand nombre, s'éparpillent dans l'immensité des eaux océaniques, où les engins de pêche ne peuvent les capturer ?

C'est alors qu'un éclair de génie permît à J. Schmidt de tourner cette difficulté, et d'aboutir à un résultat définitif. Il s'était aperçu, au cours de ses croisières, d'une remarquable particularité de la répartition des Leptocéphales en haute mer. Ces larves s'y distribuent par rangs de taille, les plus grosses étant les plus proches du continent européen, et les plus petites étant les plus éloignées. Ces dissemblances de taille exprimant des différences d'âge, car les petites sont nécessairement les plus jeunes, ceci revenait à montrer que les Leptocéphales sont répartis dans l'Atlantique par degrés d'âge, les plus jeunes étant les plus lointains. Ce lui fut un trait de lumière. Il suffisait donc aux croisières d'avancer dans l'Atlantique vers l'Ouest et le Sud, en pêchant de place en place afin de se repérer, et de se diriger selon le sens indiqué par les récoltes des Leptocéphales de plus en plus petits, pour arriver à l'endroit où ces larves, étant le plus menues, viendraient d'éclore en sortant de leurs œufs. Cet endroit serait donc, nécessairement, l'aire de ponte des Anguilles génétiques de l'Europe et de l'Afrique du Nord.

L'expédition du *Dana*, en 1920-22, eût pour objet de résoudre le problème ainsi posé. Date mémorable, où la solution fut enfin donnée. J. Schmidt conduisit son navire jusqu'à cette aire elle-même, située en plein Océan Atlantique, entre le 48e degré et le 65e degré de longitude Ouest, auprès de l'Archipel des Iles Bermudes et de la bordure septentrionale de la mer des Sargasses. C'est là, à des profondeurs de 200 et de 300 mètres, que s'accomplit la reproduction, vers le début du printemps, trois à cinq mois après le départ de l'Europe : mois employés au voyage et à la traversée de l'Océan. La ponte a lieu en pleine eau, cette dernière marquant alors une température d'une vingtaine de degrés centigrades. Non loin se trouve l'aire génétique des Anguilles de l'Amérique du Nord (*Anguilla rostrata* Lesueur), qui effectuent un voyage similaire, quoique plus court.

Cette fraie en plein Océan s'accomplit au-dessus d'abîmes profonds de 5.000 à 6.000 mètres. Les femelles expulsent leurs œufs minuscules, libres et flottants, au nombre de plus d'un million pour chacune d'elles. La fécondation opérée, les embryons se développent rapidement. Dès le début d'avril, J. Schmidt a pu recueillir sur place des Leptocéphales venant d'éclore, me-

surant à peine quelques millimètres. Puis il s'est attaché à suivre leur croissance ultérieure. Ces larves minuscules sont planctoniques ; elles restent suspendues dans l'eau, dont les courants les entraînent. Le courant prépondérant, celui du Gulf-Stream, étant dirigé vers l'ancien continent en traversant l'Atlantique, les Leptocéphales, emportés par lui, font le même trajet, quittent leur centre de naissance, et se rapprochent progressivement des lieux où leurs parents ont vécu, d'où ils sont partis pour les engendrer, où eux-mêmes vivront à leur tour. Ils retournent donc à l'Europe, et grandissent chemin faisant. Les évaluations de Schmidt permettent d'estimer qu'ils consacrent trois ans à ce voyage. Puis, parvenus enfin à proximité du littoral européen, ils subissent leur métamorphose, se modifient en Givelles, et font leur montée dans les cours d'eau.

Cette découverte sensationnelle causa partout, dès 1923-24, où elle fut connue, une forte impression. Beaucoup se sont refusés d'abord à admettre la réalité d'épisodes aussi extraordinaires. Mais J. Schmidt avait trop bien accumulé ses preuves pour que les objections puissent se maintenir. La démonstration précise et la solution finale venaient d'être données, sans conteste possible. « Le génie est une longue patience », a écrit Buffon. Rien ne s'applique mieux à J. Schmidt, s'efforçant d'atteindre son but. Ses résultats ne sont nullement dus à un hasard heureux. Ils ont été conçus progressivement, au prix d'une « longue patience », pendant plusieurs années consécutives de difficiles recherches et d'efforts. Son œuvre est le fruit, et la récompense, d'un travail persévérant, obstinément poursuivi.

IV

On n'aurait pourtant sur cette œuvre, si remarquable soit-elle, qu'un sentiment fort incomplet, si on l'attachait seulement à la découverte du lieu de ponte des Anguilles, et des migrations qui conduisent les générateurs vers lui, ou qui, ensuite, permettent aux produits d'en sortir. Il est beau d'admirer la puissance de cette pensée qui, progressivement, a construit un tel édifice, mais il est bon d'en considérer aussi les abords. J. Schmidt a montré, par l'exemple de l'Anguille, combien la biologie en général, et la biologie océanographique en particulier, recèlent encore d'inconnu. Nul ne se doutait, avant lui, des possibilités de tels voyages à travers l'Océan. La capacité migratrice de l'Anguille, par son excès même, donne là une mesure majeure, à laquelle on peut comparer les migrations plus modestes des autres poissons marins, et les évaluer. Les ichtyologistes, ensuite, se sont conformés au modèle qui leur était ainsi offert, et J. Schmidt lui-même, ne s'arrêtant pas à l'Anguille, a prolongé ailleurs ses recherches, pour les étendre aux espèces dont il s'était occupé au cours de ses premières années.

Il avait l'esprit ouvert à toutes les clartés. Rentré de ses croisières, il s'attachait, dans son laboratoire, au classement des riches collections qu'il avait rapportées, car ses pêches en eaux profondes lui ramenaient de nombreux animaux inconnus ou peu connus, appartenant à tous les groupes ; et, en outre, il se livrait à d'autres études biologiques, entreprises auparavant, qu'il ne consentait pas à délaisser. Il décrivit les singuliers alevins des Moles ou Poissons-lunes. Il s'intéressa à la génétique du Houblon, aux caractères de races chez diverses espèces de poissons, notamment de *Zoarces viviparus*. Son pouvoir de travail était considérable. Ayant à côté de lui, pour le soutenir et l'aider, les délicates attentions d'une femme d'élite, qui n'hésita point à l'accompagner dans plusieurs de ses voyages, il prodiguait ses efforts.

Pourtant, ses préoccupations prépondérantes se tournaient toujours vers l'Anguille, car il estimait n'en avoir point fini à son égard. Du reste, eût-il cherché à s'en dégager, qu'il n'aurait pu le faire, car on l'appelait, dans tous les pays d'Europe et d'Amérique, pour exposer les prestigieuses découvertes qu'il avait accomplies. Le naturaliste devenait conférencier, puis retournait chez lui, et reprenait son travail habituel. Or, ce travail avait porté seulement sur deux espèces d'Anguilles, celle de l'Europe et celle de l'Amérique du Nord, et ces espèces ne sont pas les seules. Il en existe d'autres, qui habitent plusieurs régions de l'Océan Pacifique et de l'Océan Indien. La question se posait donc, à ses yeux, de rechercher si ces dernières accomplissent des migrations similaires, et, dans l'affirmative, de voir où et comment elles les effectuent.

Ceci le conduisit à étudier de près, en se servant des documents qu'il put rassembler dans son laboratoire, ou examiner dans les grands musées, toutes les espèces d'Anguilles connues. Il en précisa la curieuse répartition. Il fit en 1926 un voyage en Océanie pour compléter cette documentation. Et, peu à peu, ces études le poussèrent à préparer une nouvelle croisière, encore plus vaste que les précédentes, étendue à la plupart des grands Océans, et décrivant autour du monde un périple complet. Cette croisière, qu'il a commandée et accomplie de bout en bout, eut lieu de 1928 à 1930. Le navire était un second *Dana*, aménagé et équipé de manière à ne rien laisser échapper de tout ce qui intéresse l'Océanographie. L'installation scientifique à bord, bénéficiant de l'expérience acquise dans les explorations antérieures, était complète. Aussi les ré-

sultats, les collections rassemblées, furent-ils d'une richesse inouïe.

Revenu à Copenhague au printemps de 1906, il s'occupa ensuite, tout en se livrant à d'autres croisières ichtyologiques dans diverses parties de l'Océan Atlantique, à dénombrer ses abondants matériaux, à les classer, à répartir certains d'entre eux parmi des spécialistes désireux de les étudier. C'est dans ce travail que la mort l'a surpris, au milieu de ses souvenirs et de ses collections, comme au champ d'honneur du naturaliste explorateur. Emporté bien avant l'âge, il a eu, du moins, la consolation d'avoir amplement réalisé les projets qu'il avait formés dans sa jeunesse, d'avoir satisfait ses ambitions de savant, et d'avoir connu, de son vivant, l'admirative approbation de tous.

Sa célébrité connaissait plusieurs causes. L'une d'elles, et la plus forte, puisqu'elle formait une base, était celle de ses découvertes et de son labeur. Mais d'autres ont contribué à la renforcer, et, notamment, celle qui tenait à ses qualités personnelles de présentation. De visage régulier et ouvert, de haute stature, d'accueil avenant, il inspirait d'emblée la sympathie. Les nombreuses réunions conviées pour l'entendre lui amenaient autant de fidèles, qui s'empressaient ensuite à lui en recruter de nouveaux. Parlant et écrivant couramment plusieurs langues, sa parole et sa plume lui servaient tout ensemble pour divulguer ses idées. Il parlait et écrivait la nôtre avec pureté. Il affectionnait notre pays, où il ne comptait que des amis, et il y prolongeait volontiers ses séjours. L'Académie des Sciences l'a placé, en 1924, parmi ses Correspondants. Le Museum d'Histoire Naturelle a souvent reçu ses visites. La ville du Havre lui a adressé un solennel hommage à son retour de la croisière de 1922. Il était commandeur de la Légion d'honneur.

Des succès égaux, ailleurs, ne lui ont point manqué, en complément de ceux que lui ont accordé ses compatriotes. La plupart des grandes Assemblées scientifiques l'ont accueilli et fêté. Il obtint, en 1930, la médaille d'Agassiz décernée par l'*Académie des Sciences* des Etats-Unis, la médaille de *Darwin* donnée par la *Royal Society* de Londres, et, en 1931, la médaille de Geoffroy-Saint-Hilaire conférée par la *Société Nationale d'Acclimatation* de France. Il était depuis 1910 directeur du Laboratoire Carslberg, à Copenhague, dont les riches fondations financières lui ont permis d'accomplir à son gré les croisières qu'il entreprenait. Il faisait partie du Conseil de perfectionnement de l'Institut Océanographique, et, à titre de vice-président, de la Commission internationale pour l'exploration des mers. Toutes les réunions de zoologistes et d'océanographes ont tenu à l'admettre parmi elles, et à l'honorer.

Ces choix répétés, ces distinctions si nombreuses, se justifient amplement. Le professeur Johs. Schmidt a vraiment donné un enseignement magistral. Il a créé une méthode. Il a sys-

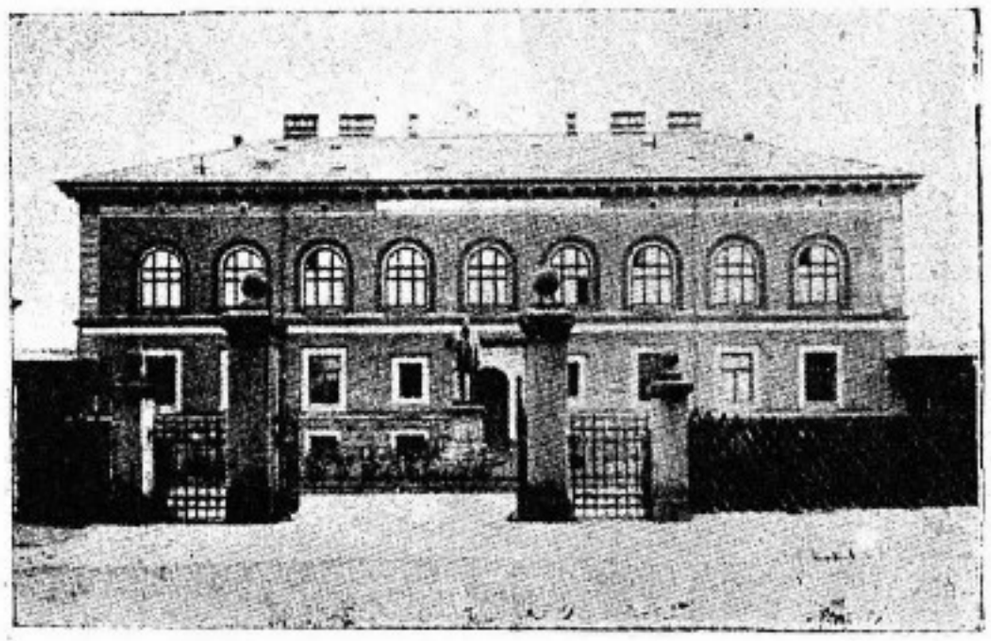


Fig. 3. — Le Laboratoire Carlsberg, à Copenhague-Valby.

tématiquement incorporé la croisière exploratrice dans le cycle des études auxquelles le biologiste océanographe doit se livrer. Il passait successivement, sans arrêt, de l'exploration en mer à l'étude dans son laboratoire, et inversement : l'une menant à l'autre, et lui traçant sa conduite. Son navire océanographique prolongeait le laboratoire, et lui servait d'éclaireur permanent. Dans sa vie laborieuse effective, il n'a pas accompli moins de quinze croisières d'exploration, chacune d'elles prenant plusieurs mois, et deux ayant compté deux ans consécutifs. Il a pu, par ce moyen, trouver ce que l'on ne soupçonnait pas auparavant. Il fut vraiment un maître, et l'un des plus puissants, des plus originaux, parmi les naturalistes de notre temps. La difficile connaissance scientifique des choses de la mer vaste et profonde a fait, grâce à lui, de notables progrès.

LE PRIX DES PÉRIODIQUES ALLEMANDS
ET SA RÉPERCUSSION SUR LE BUDGET DE NOS BIBLIOTHÈQUES

par L. BULTINGAIRE
Bibliothécaire en Chef du Muséum National d'Histoire Naturelle

L'activité de l'Allemagne dans les différents domaines de la science et aussi sa supériorité incontestable dans un certain nombre d'entre eux imposent depuis longtemps l'obligation à ceux qui assument la direction de véritables bibliothèques d'études, de mettre à la disposition de leurs lecteurs un nombre de périodiques allemands en rapport avec les ressources dont ils disposent.

On remarquait déjà, dans les années qui précédèrent la guerre, que les sommes consacrées à l'acquisition des périodiques écrits en cette langue dépassaient assez sensiblement les sommes consacrées à l'achat des périodiques publiés par l'une quelconque des autres nations. On ne songeait pas, cependant, à s'en émouvoir parce qu'on connaissait le goût des Allemands pour ce genre de publications et l'aptitude merveilleuse que possèdent leurs savants pour se grouper et fonder des périodiques se rattachant aux spécialités les plus diverses. Les prix, d'ailleurs, n'avaient en général rien d'excessif et, dans certaines branches même, semblaient inférieurs à ceux pratiqués par d'autres pays.

Dans les premières années qui suivirent la guerre, la situation était trop troublée pour permettre de faire des calculs précis et de se livrer à des comparaisons exactes. La détresse financière et le désordre des changes semblaient servir d'excuses aux modifications constantes des prix et, d'ailleurs, on avait à se pourvoir non seulement des années courantes des périodiques mais aussi de celles qu'on avait cessé de recevoir pendant la durée des hostilités et dont quelques-unes, considérées comme épuisées, n'étaient vendues qu'à des prix exceptionnels. Il faut aussi ajouter que l'institution des réparations en nature et la fourniture gratuite à un certain nombre de bibliothèques d'ouvrages allemands importants et de séries considérables de périodiques amenaient peut-être celles-ci à considérer que l'accroissement de leur fond, grâce à cette aide imprévue, représentait une valeur largement supérieure à celle des sommes réellement déboursées par elles pendant la même période. On peut même avancer que les facilités offertes par ce système de fournitures gratuites sur le budget des réparations engagea trop de bibliothèques à réclamer des débuts de collections que leurs ressources normales ne devaient pas leur permettre de continuer et que ces facilités ont été une des causes du désordre qui s'est introduit dans leurs budgets.

La cessation de ces fournitures gratuites devait d'ailleurs coïncider avec une augmentation du prix des périodiques qui, cette fois, frappa les moins attentifs et ne tarda pas à devenir un sujet de vives préoccupations pour tous ceux qui, au début d'une année, avaient à établir leurs listes d'abonnements. Ces préoccupations n'étaient pas causées seulement par l'accroissement même du prix des volumes ou des fascicules, mais par les modifications profondes apportées par les éditeurs allemands à l'ancien système des abonnements.

Rares, en effet, sont aujourd'hui en Allemagne les entreprises de périodiques scientifiques qui s'astreignent à faire connaître à l'avance le prix annuel d'un périodique ou même le nombre des volumes dont il se composera. Dans la pratique, ce n'est qu'au moment de leur réception que les usagers connaissent le prix des volumes ou des fascicules, prix que les éditeurs ont établi en se fondant soit sur le nombre de pages, soit sur l'importance des illustrations, soit sur des considérations qui échappent complètement aux souscripteurs. Le désir bien naturel des bibliothèques comme des particuliers de posséder la collection complète du périodique qu'ils se sont décidés à acquérir semble avoir été exploité par les éditeurs pour multiplier le nombre des *Abteilungen*, pour ajouter, sans mesure, les *Beihefte*, les *Beilagebände*, les *Supplementbände*, les *Ergänzungsbände*, pour gratifier enfin les souscripteurs de *Festbände* imprévus, dont les volumes, toujours facturés à part, augmentent dans des proportions incroyables la somme qu'on s'attendait à débourser.

On aurait tort de croire que la situation dont nous nous plaignons tienne à des causes économiques qui nous sont propres, comme pourrait l'être la dévalorisation du franc vis-à-vis du mark, ou que ces récriminations devant la note à payer proviennent de cet esprit exagéré d'éco-

nomie qui nous est parfois reproché. Des peuples dont la monnaie a gardé toute sa valeur relative et qui n'ont pas sur les questions d'argent nos idées ou nos préjugés, considèrent la question exactement du même point de vue que nous. Nous croyons même que nous ferons mieux comprendre le caractère général de cette véritable crise en exposant d'abord comment l'envisagent d'autres peuples et, en particulier, les Américains.

Sur cette question du prix des périodiques allemands, c'est en effet dans les milieux médicaux américains que les protestations se sont faites en ces derniers temps les plus vives et les plus unanimes. Le fait est d'autant plus remarquable que, nulle part autant qu'en Amérique, les éditeurs de périodiques médicaux allemands ne pouvaient compter sur une compréhension des services que leurs publications rendent à l'idée scientifique. On n'a pas oublié le geste généreux d'un Carnegie, à l'époque où l'état déplorable de notre change interdisait, pour ainsi dire, à nos bibliothèques médicales de continuer leurs abonnements. Les subventions qu'il voulut bien leur accorder empêchèrent que ne se creusassent dans leurs collections des vides irréparables. Généreux envers nous, ce geste ne l'était pas moins envers les éditeurs allemands qui auraient pu être tentés de baisser leurs prix pour conserver une clientèle défaillante. Pour se convaincre des changements apportés dans les dispositions des Américains, il n'est besoin que de lire dans le *Bulletin of the Medical Library Association* l'article que consacrent à cette question deux spécialistes de la bibliographie médicale, Alfred L. Robert et Hans H. Schaltenbrand. L'article intitulé : *The Comparative Cost of Medical Journals* débute par des considérations sur l'état de choses que nous avons signalé, l'impossibilité de connaître d'avance le prix du périodique, l'accumulation de pages imprimées que le souscripteur est obligé d'absorber et, sur ce dernier point, il s'exprime de cette façon assez catégorique : *The number of volumes printed annually is gauged by the capacity of the subscribers to absorb the output without too much indignation or open protest.* Ce qu'il y a cependant de plus intéressant dans cet article, c'est qu'il expose les résultats très précis d'une enquête faite par une des grandes bibliothèques médicales américaines, celle du College of Physicians and Surgeons de Columbia University sur les 245 périodiques dont elle avait fait l'achat pendant l'année scolaire (juillet 1930 à juin 1931):

Un tableau a été établi, donnant pour chacun de ces 245 périodiques le nombre de volumes parus pendant la période envisagée, le nombre de pages contenues dans ces volumes, le prix de souscription annuel et enfin, exprimé en cents, le prix auquel le souscripteur se trouve avoir payé chaque page. Nous ne pouvons songer à reproduire ce tableau dans son intégrité mais nous donnerons ci-dessous le résumé des chiffres pour les principaux pays :

Périodiques	Nombre de périodiques	Nombre de volumes	Nombre total de pages	Prix par année en dollars
Américains	73	114	99.450	577.18
Anglais	35	41	36.346	409.40
Français	31	41	39.231	192.25
Allemands	88	145	170.109	3.234.32
Divers	18	23	12.384	152.91
	245	464	357.520	4.566.06

La bibliothèque américaine est ainsi amenée tout d'abord à constater qu'elle dépense pour les seuls périodiques allemands cinq fois plus que pour les périodiques américains, huit fois plus que pour les anglais et seize fois plus que pour les français.

Une seconde constatation ressort de ces chiffres et montre que la dépense, à certains égards, ne semble pas justifiée, c'est que si la bibliothèque en question consacre 70 o/o de son budget d'abonnement aux seuls périodiques allemands, ceux-ci ne représentent toutefois que 36 o/o du total comme titres distincts de revues, que 53 o/o comme nombre de volumes reçus dans l'année et enfin que 48 o/o du nombre de pages contenues dans l'ensemble des volumes.

Dans un désir louable d'impartialité, les auteurs de la statistique ont tenu à bien préciser que leurs abonnements à des périodiques nationaux ne constituaient pas leur unique documentation médicale d'origine américaine et qu'ils recevaient gratuitement d'assez nombreux périodiques de cette catégorie. On s'est livré toutefois à de nouveaux calculs pour savoir, ce que coûteraient les périodiques américains reçus en don si on était obligé de les acheter. Leur prix serait de 360,75 dollars, qui, ajoutés aux 577,18 dollars réellement déboursés, donnent une somme de 937,93 dollars, bien inférieure encore, on l'avouera, à celle de 3.234,32 dollars payés pour les périodiques allemands. Les renseignements donnés dans le tableau détaillé, dont nous avons parlé précédemment, présentent autant d'intérêt pour nous que pour les Américains et nous apprennent bien des choses que nous ignorions. Nous nous doutions, à la vérité, que la France est, de tous les grands pays, celui qui maintient au niveau le plus bas le prix de ses périodiques. Il est important de le voir constater ici ; mais sait-on que des 31 périodiques français portés sur les listes d'abonnement de la bibliothèque américaine, ce sont les *Annales de l'Institut Pasteur* dont la page revient le moins cher à l'abonné puisqu'elle ne coûte que 0,28 cents. *La Presse médicale*, qui suit de près, se vend à

raison de 0,34 cents la page et ce sont les *Archives d'anatomie, d'histologie et d'embryologie* qui tiennent le haut du pavé. coûtant 1,46 cents la page.

Pas plus que les journaux américains, les journaux anglais n'atteignent des prix relativement élevés. L'Amérique produit des revues bon marché, comme l'*American Journal of Diseases of Children* dont la page ne coûte que 0,28 cents. Exceptionnellement l'Angleterre atteint 2,69 cents la page avec son *Quarterly Journal of Experimental Physiology*.

L'Allemagne, de son côté, sait produire des journaux peu coûteux lorsqu'elle y trouve son intérêt. Elle ne descend toutefois à 0,42 et 0,43 cents la page qu'avec des journaux très répandus comme le *Münchener Medizinische Wochenschrift* et le *Deutsche Medizinische Wochenschrift*. Presque tous les autres dépassent la moyenne des autres pays. Nombreux sont ceux qui coûtent 2,3 ou 4 cents la page et le record est détenu par le *Zeitschrift für Zellforschung* qui n'est pas vendu à moins de 5,07 cents la page.

N'omettons pas de dire que les auteurs de l'étude, que nous avons entrepris de résumer, contestent d'une façon formelle que cette accumulation de volumes et de pages représentent un apport scientifique nouveau, proportionnel à leur masse et à leur prix et que la conclusion de leur exposé est que les éditeurs allemands feraient bien de donner des articles plus courts et de faire une sérieuse sélection parmi ceux qui leur sont offerts. Il y aurait là, à leur avis, un moyen tout trouvé de diminuer le prix des périodiques en diminuant le nombre de leurs volumes et de leurs fascicules.

La tendance d'esprit que nous venons de signaler se manifeste d'une façon beaucoup plus catégorique encore dans l'appel signé par Walter R. Steiner, président de la Medical Library Association et par Francis M. Pottenger, président de l'American College of Physicians sous le titre de : *Important Letter sent to German Scientific Societies and Editors asking their Cooperation in Bringing about a Reduction in the Cost of Current German Periodicals*. Résumant brièvement les faits, les auteurs rappellent que, depuis huit années, le prix des périodiques scientifiques allemands n'a cessé de s'accroître, qu'on avait cru, tout d'abord, que l'instabilité de la monnaie allemande était la cause de cette situation anormale, mais que la stabilisation du mark n'a pas arrêté la progression des prix qui ont acquis pour les bibliothèques un caractère prohibitif. Ils admettent bien que le prix de l'impression et de la publication s'est accru de 100 o/o depuis 1913, mais ils constatent aussi que les prix de souscription ont augmenté de 400 à 500 o/o, de l'aveu même des bibliographes allemands.

L'appel expose ensuite que les périodiques allemands sont devenus une marchandise de luxe, dont les bibliothèques faisaient l'acquisition pour la minorité de lecteurs qui comprennent l'allemand, mais que celles-ci seront amenées très prochainement à renoncer à ces acquisitions si les éditeurs et les savants n'interviennent pas pour modifier les conditions actuelles, dans l'intérêt supérieur du progrès de la science et de la médecine.

L'appel reconnaît que de nombreuses difficultés sont à surmonter, mais que les conditions actuelles seraient améliorées :

1° Si une tentative était faite par les savants et les éditeurs allemands pour diminuer l'importance et le nombre des volumes, en donnant des articles plus courts et en opérant parmi ceux-ci une sélection. La chose peut se faire, affirment-ils, sans rien sacrifier d'essentiel au point de vue scientifique.

2° Si les journaux fixaient un prix de souscription annuelle et si le nombre approximatif des volumes devant paraître chaque année était déterminé à l'avance.

Les critiques, les plaintes et les vœux formulés par les bibliothèques américaines pourraient être formulés sans changement par un certain nombre de bibliothèques françaises. Nous ne pouvons donner pour celles-ci des chiffres aussi détaillés et aussi précis que pour les premières, mais ceux que nous allons donner ont, eux aussi, leur éloquence.

Prenons, par exemple, la bibliothèque de la Faculté de médecine de Paris, qui est, sans conteste, la bibliothèque la plus importante de France pour les sciences médicales. Elle a pu disposer en 1932, pour l'achat de ses périodiques et par suite de circonstances exceptionnelles, d'une somme de 150.000 francs. Elle en a profité pour ajouter à ses collections courantes celles qui lui manquaient et qui étaient réclamées le plus vivement par sa clientèle ordinaire. Des calculs ont établi que les 80/100 de la somme totale avaient dû être consacrés à l'acquisition de périodiques allemands.

La Bibliothèque de la Faculté de pharmacie, qui se meut dans un domaine voisin, avec prédominance de publications consacrées à la botanique et surtout à la chimie, constate que, pour la même période de 1932, les 58/100 de son budget de périodiques sont allés aux périodiques allemands, 14/100 aux français et qu'il en est resté 22/100 pour les périodiques des autres nations.

En ce qui concerne les périodiques français achetés par ces deux dernières bibliothèques, nous devons reconnaître, comme les Américains l'ont fait pour leurs périodiques nationaux, que des périodiques édités dans notre pays leur sont donnés en grand nombre et que, s'ils étaient comptés au prix de librairie, le

pourcentage que nous avons donné se trouverait, dans une certaine mesure, modifié. Il n'en reste pas moins une disproportion énorme entre la somme déboursée par ces deux bibliothèques pour les périodiques allemands et celle qui a été dépensée pour les périodiques de toutes les autres nations réunies.

Voyons maintenant comment les choses se passent dans une bibliothèque consacrée aux sciences pures, celle du Muséum national d'Histoire naturelle. Avant de donner des chiffres, faisons deux remarques pour bien préciser le caractère particulier d'une bibliothèque de ce genre. La première, c'est que, beaucoup plus que toute autre, une bibliothèque comme celle-là est tenue de fournir à ses lecteurs une documentation d'un caractère largement international ; on ne saurait concevoir, en effet, une étude complète des trois règnes de la nature, qui ne se préoccuperait pas des observations faites dans les diverses régions du monde. La deuxième, c'est que, par analogie avec ce que font entre eux les naturalistes pour les espèces ou les échantillons qu'ils étudient, l'échange des travaux imprimés de plus ou moins d'importance se pratique sur une vaste échelle. Cet échange s'appuie au Muséum sur une tradition plus que séculaire. Basé à l'origine sur l'absolue nécessité de l'entr'aide scientifique, pratiqué longtemps avec une parfaite générosité, il aurait peut-être aujourd'hui une tendance, ayant subi la dure loi des temps que nous vivons, à n'être plus qu'un troc de matériaux de valeur égale. Il joue cependant encore un rôle de premier ordre dans la documentation du naturaliste et c'est à lui que les systématiciens doivent l'abondance des renseignements dont ils disposent.

Il reste néanmoins toute une série de publications, d'un caractère généralement plus synthétique et peut-être d'une plus haute valeur scientifique, que l'échange ne peut procurer parce qu'elles sont la propriété des éditeurs qui ont assumé les frais de leurs publications.

Aux périodiques de cette catégorie, la Bibliothèque du Muséum (et nous entendons la Bibliothèque centrale jointe aux bibliothèques de laboratoires) a consacré en 1932 une somme de 72.723 fr. 60, qui se décompose ainsi :

Périodiques	Nombre	Montant en francs
Allemands	77	47.273,55
Anglais	41	10.136,80
Américains	21	5.366,00
Italiens	10	3.455,00
Français	38	3.715 75
Divers	13	2.776.50
	200	72.723,60

Comme nous l'avons dit pour d'autres bibliothèques, il ne faudrait pas tirer des conclusions trop hâtives du chiffre peu élevé appliqué à l'achat des périodiques français. Ceux-ci, comme on peut facilement le supposer, nous arrivent en grand nombre par dons ou par échange. Ce qui, par contre, est incontestable, c'est que la Bibliothèque du Muséum dépense pour l'acquisition des périodiques allemands, qui, en nombre, constituent à peine les 4/10es de ceux qu'elle reçoit, des sommes qui atteignent ou même dépassent les 65/100es de celles qui sont mises à sa disposition pour l'achat des périodiques en toutes langues.

Cette inégalité tient évidemment au prix plus élevé, en général, de tous les périodiques allemands de science naturelle et au prix véritablement excessif d'un certain nombre d'entre eux. Nous donnerons comme exemple le *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie* qui, en multipliant ses subdivisions, en est arrivé à coûter 4.053 fr. 55 pour 1932, *le Jahrbuch für Morphologie und mikroskopische Anatomie*, dont les deux parties réunies ont été payées 3.894 fr. 30, les *Zoologische Jahrbücher* qui reviennent à 2.308 fr. 50, le *Biochemische Zeitschrift* à 2.539 fr. Dix autres encore coûtent des prix qui s'échelonnent entre 1.000 et 2.000 fr., tandis que ce même prix de 1.000 fr. ne se trouve pour ainsi dire jamais atteint par les autres périodiques étrangers, qu'ils soient anglais ou américains, italiens, espagnols, hollandais ou scandinaves. Contracter un abonnement à un périodique allemand devient, dans ces conditions, une opération financière devant laquelle recule un laboratoire qui préférera acquérir un microscope ou un instrument du même prix. Telle publication, qui devrait circuler en autant d'exemplaires que l'exigent les besoins des travailleurs intellectuels, se passe de mains en mains comme un objet unique et rare avec des précautions qui rappellent celles dont on devait entourer les manuscrits avant la découverte de l'imprimerie.

Il n'entre pas dans le cadre de cet article d'étendre nos investigations à toutes les sciences qui donnent lieu à des publications périodiques. S'il semble, à première vue, que certaines d'entre elles, comme les sciences juridiques, par exemple, échappent à cette main-mise des éditeurs allemands, il est probable que d'autres, comme les sciences philologiques, sont davantage tenues dans leur dépendance. Il nous suffit, pour le moment, d'avoir donné quelques chiffres, difficilement discutables, qui montrent quelle est la situation, en ce qui concerne les sciences de la nature et en particulier les sciences biologiques, chimiques ou médicales.

N'est-il pas paradoxal, à une époque où la culture scientifique a cessé d'être l'apanage de quelques nations plus évoluées que les autres et se trouve répartie, quoique d'une façon inégale,

entre un grand nombre de nations, qu'une seule d'entre elles absorbe la moitié, au moins, des sommes que chacune consacre, par l'acquisition de publications périodiques, à s'informer de ce qui se fait chez toutes les autres ? Est-il admissible que le progrès des connaissances humaines, la diffusion de l'instruction et même le perfectionnement des arts graphiques n'aboutissent qu'à faire des organes d'information scientifique des instruments de travail d'un prix presqu'inabordable pour la masse du public ?

Nous avons dit combien l'exagération actuelle des prix était préjudiciable au travail des laboratoires et on ne saurait trop insister sur ce point. Lorsqu'il y a quelques années s'est constituée, sur l'initiative de M. Alfred Lacroix, une commission de coordination des bibliothèques, elle se proposait de faire en sorte que les principaux périodiques scientifiques du monde entier fussent représentés par un exemplaire au moins dans l'un de nos établissements, en supprimant pour cela certains abonnements qui constituaient des double-emplois, reconnus superflus. Il était loin de sa pensée de prétendre réduire à un seul exemplaire ceux qui sont d'un usage plus courant. On sait bien que nombre de périodiques ne sont pas comme ces ouvrages qu'on va compulser rapidement dans une grande bibliothèque pour y trouver une référence, mais qu'ils doivent être étudiés avec calme et continuité dans le milieu même où le savant a l'habitude de travailler, à proximité de son microscope, de ses cornues ou de ses collections. En l'état actuel des choses et par suite des conditions onéreuses qui ont été mises à son acquisition, le périodique scientifique allemand a cessé de remplir son rôle.

Nous n'avons considéré jusqu'ici que le prix payé pour les périodiques allemands en comparaison de celui qui est payé pour les publications du même genre, provenant des autres nations. La situation paraîtrait plus étrange encore si on établissait la part des périodiques allemands dans l'ensemble des dépenses consenties pour permettre à une bibliothèque déterminée, à un laboratoire ou à un établissement scientifique de subsister. On s'apercevrait d'une façon peut-être plus frappante encore de l'importance du tribut prélevé sur nos budgets et on arriverait sans doute à se demander si les mêmes subventions accordées à d'autres organismes scientifiques ou à des entreprises qui sommeillent, faute de crédit, ne nous donneraient pas des résultats comparables.

Il serait à désirer que les savants et les éditeurs allemands, dont nous ne songeons pas à nier les services éminents rendus à la science, n'attendent pas cette éventualité pour modifier des méthodes qui ont contribué à créer du trouble dans le monde intellectuel. Peut-être même sera-ce un effet de la crise économique que nous traversons, de les amener à renoncer à des procédés qui n'avaient des chances sérieuses de réussir que dans une période de prospérité. Sous peine de voir leur pays réduit à consommer tout seul sa propre production, ils devront revenir aux formats plus modestes, aux procédés moins coûteux et à des habitudes exemptes de cette profusion et de ce luxe, qui semblent aujourd'hui déplacés dans tous les domaines. Il n'est nullement prouvé, d'ailleurs, que le prestige d'un peuple en matière scientifique, tienne au prix élevé de ses publications et l'histoire de la science nous montre que les grandes découvertes n'ont pas eu besoin de cet appareil coûteux pour se répandre dans le monde.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Janvier 1933).

Topologie. Soit $[p]$ un espace à p dimensions contenu dans l'espace projectif complexe $[n]$; soit $[p, q]$ le symbole de Schubert pour la variété des droites situées dans $[q]$ et rencontrant $[p]$ (contenu dans $[q]$). La variété $[n, n-1]$ de toutes les droites de $[n]$ est représentée par une certaine variété algébrique. M. *C. Ehresmann* montre, notamment, que sur $[n-1, n]$ tout cycle de dimension r peut être déformé d'une façon continue en une combinaison linéaire de cycles $[p, q]$ de dimensions $\leqslant r$; les cycles $[p, q]$ de dimension r forment une base d'homologie pour la dimension r. Il n'y a pas de coefficients de torsion; les nombres de Betti pour les dimensions impaires sont nuls.

Analysis Situs. M. *Arnaud Denjoy* établit le théorème de Cauchy-Goursat en supposant que le contour fermé limitant la région où $f(z)$ possède une dérivée finie et rectifiable et se compose d'un nombre fini de courbes simples de Jordan. Sa démonstration repose sur le fait que tout polygone d'approximation du contour possédant plus de 8 côtés a un périmètre inférieur à 16 L (L, longueur du contour; le polygone est la frontière d'une somme de carrés intérieurs au contour).

Théorie des fonctions. M. *J. Dieudonné* détermine le rayon d'étoilement minimum et le rayon de convexité minimum de la fonction $z\,[P(z)]^{\frac{\alpha}{n}}$ où α est un nombre

positif arbitraire. C'est l'extension des résultats antérieurs de M. Alexander et de M. Szegö pour les fonctions $z\,P(z)$.

2. Précédemment M. *Arnaud Denjoy* avait donné le moyen de remonter d'une dérivée seconde généralisée $f(x)$ supposée finie et connue en tout point à sa primitive (seconde généralisée) $F(x)$. Mais $F(x)$ est résoluble et par suite possède une dérivée finie, sauf au plus sur un ensemble mince. Il suffit donc de connaître $F'(x)$ sur une épaisseur pleine pour avoir $F(x)-F(a)$ par une totalisation simple. Tout revient ainsi à calculer $F(\beta)-F'(x)$ en partant de $f(x)$, α et β étant étrangers à un certain ensemble mince où $F\rho$ ne possède pas de dérivée première.

3. M. Blumenthal a fondé une théorie générale des fonctions entières d'ordre infini et M. Denjoy a donné une limitation très serrée des produits canoniques. M. *King-Lai Hiong* reprend la théorie générale en cherchant une approximation meilleure que celle de M. Blumenthal. Les résultats de M. Nevanlinna permettent d'autre part de traiter sans plus de peine le cas général des fonctions méromorphes.

4. Soit $\{f_n(z)\}$ une suite de fonctions holomorphes dans un domaine D; soient z_0 un point de D et λz_0 la borne supérieure de tous les nombres $l \geqslant 0$ tels que $f_n(z)\,l^n$ soit uniformément convergente dans le voisinage de z_0. M. *F. Leja* montre alors que, si la suite des f_n est bornée sur une courbe passant par z_0, le facteur de convergence λz_0 est toujours ou bien égal à 0 ou bien $\geqslant 1$.

Analyse. 1. MM. *S. Mazur* et *W. Orlicz* étudient la sommabilité linéaire des suites $\{\xi_k\}=x$: étant donné le tableau (a_{ik}), si chacune des séries $\sum_{k=1}^{\infty} a_{ik}\xi_k$ est convergente ainsi que la suite de leurs sommes, cette dernière limite sera la somme $A(x)$ dans cette méthode de sommation.

2. M. *N. Botea* indique des propriétés nouvelles de l'équation

$$\left\{\begin{array}{cccc} \dfrac{\partial}{\partial x_1} & \dfrac{\partial}{\partial x_2} & \cdots & \dfrac{\partial}{\partial x_n} \\ \dfrac{\partial}{\partial x_n} & \dfrac{\partial}{\partial x_1} & \cdots & \dfrac{\partial}{\partial x_{n-1}} \\ \cdots\cdots & \cdots\cdots & \cdots & \cdots\cdots \\ \dfrac{\partial}{\partial x_2} & \dfrac{\partial}{\partial x_3} & \cdots & \dfrac{\partial}{\partial x_1} \end{array}\right\} U = 0$$

3. S'il existe une opération additive $y=u(x)$ qui transforme un espace linéaire normé X en un espace analogue Y, MM. *S. Banach* et *S. Mazur* disent que ces espaces sont isomorphes; X et Y seront de dimension linéaire égale lorsque chacun d'eux est isomorphe avec un sous-espace linéaire de l'autre. Or, comme le montrent ces Auteurs, il existe des espaces linéaires normés et complets qui sont de dimension linéaire égale sans être isomorphes : c'est la réponse à une question posée antérieurement par M. S. Banach.

4. M. *J. Schauder* simplifie la théorie qu'il a publiée récemment pour les équations aux dérivées partielles du type elliptique et il montre qu'elle s'étend au cas de valeurs-limites continues.

5. Le problème de la détermination d'une fonction holomorphe à l'intérieur d'un domaine, connaissant les valeurs de sa partie réelle sur des portions du contour et les valeurs de sa partie imaginaire sur le reste du contour a été étudié par MM. Volterra, Villat, Valcovici, Signorini, Demtchenko. Dans sa Note actuelle, M. *Caïus Jacob* montre comment on peut obtenir la solution générale du problème dès qu'on en connaît une solution particulière.

6. M. *Marcel Brillouin* indique pour les domaines à connexion multiples un choix de coordonnées curvilignes qui permet d'étendre aux domaines à connexion multiple la plupart des propriétés et des méthodes de calcul propres aux domaines annulaires. Ce système de coordonnées se construit à partir du système des lignes de force et des lignes de niveau correspondant à une distribution électrique où les frontières extérieure et intérieures ont certains potentiels constants.

12. Ce système de coordonnées permet à l'Auteur de résoudre les problèmes aux limites des équations linéaires aux dérivées partielles dans le cas des domaines à connexion multiple. Il étudie d'abord le cas de l'équation du potentiel pour une aire annulaire avec des coordonnées curvilignes isothermes; puis il étend la méthode à des équations quelconques et à des domaines de connexion quelconque.

7. Précédemment M. *C.-E. Winn* avait donné les conditions nécessaires et suffisantes pour qu'une suite s_n présente les mêmes oscillations que la suite $t_n=\sum_{\nu=0}^{n} a^{n\nu}s_\nu$. Il approfondit l'étude de ces conditions dans le cas où les $a_{n\nu}$ sont réels.

8. M. *S. Stoïlow* poursuit ses recherches sur les transformations intérieures des domaines appartenant à une surface bilatère. Il obtient ainsi, pour le nombre de points de ramification, une expression simple qui généralise des formules de Hurwitz et de Riemann.

9. MM. Cartan et Vessiot ont étudié une catégorie d'équations aux dérivées partielles du second ordre, à plusieurs variables indépendantes; ces équations se rapprochent de celles de M. Goursat. M. *A. Tsortsis* indique les résultats qu'il a obtenus par la méthode des faisceaux de transformations infinitésimales pour une équation du troisième ordre à une fonction inconnue de n variables, et à caractéristiques triples. Il se place dans le cas où le sous-faisceau caractéristique peut admettre le nombre maximum d'invariants.

10. M. *C. Popovici* donne une expression analytique très simple d'une fonction de variable réelle qui reste finie en $x=0$, mais dépasse tout nombre donné au voisinage de ce point : c'est une fonction non bornée, mais déterminée. Cette expression, et d'autres analogues, lui ont montré qu'il y a une infinité d'intégrales des équations intégro-fonctionnelles prenant des valeurs données. Le principe de la condensation des singularités permet l'extension de ces résultats à l'axe réel; mais la généralisation au plan complexe paraît plus difficile.

11. M. *Georges Giraud* précise divers résultats d'une Note récente.

13. M. *Jules Drach* recherche les éléments linéaires $ds^2=4\lambda\,du\,dv$ pour lesquels l'équation des géodésiques admet une intégrale première

$$a+m_0\log w+\Sigma\, m_i\log(w-\gamma_i)=\text{Cte}$$

les m_0, m_i étant des constantes données. La discussion comprend deux cas suivant que m_0 et $\Sigma\, m_i$ sont non nuls ou nuls simultanément. Dans le premier cas, par exemple, l'intégrale cherchée peut s'écrire explicitement, une fois qu'on a obtenu la solution générale d'un système de Laplace complètement intégrable.

Géométrie algébrique. 1. Soient F_1, F_2, F_3, trois surfaces algébriques admettant une courbe commune C avec les multiplicités r_1, r_2, r_3 et possédant en outre des points isolés communs M_i, de multiplicité r_1^i, r_2^i, r_3^i; pour que l'on puisse écrire $F=A_1F_1+A_2F_2+A_3F_3$ où les A_j sont des formes, il suffit que $F=0$ admette C comme courbe d'ordre $r_1+r_2+r_3-1$ et les M_i comme points d'ordres

$r_1+r_2^i+r_3^i-2$. M. *P. Dubreil* a démontré ce théorème par des formules de postulation en étendant la méthode de L. Scott; puis, il l'a retrouvé et généralisé en se servant de la théorie des idéaux de polynomes.

2. M. *Francesco Severi* énonce les résultats qu'il a obtenus récemment en géométrie algébrique; ces résultats, qui sont tous d'une grande importance et d'une grande pénétration, se rapportent à la fois au point de vue géométrique, au point de vue topologique et au point de vue transcendant. Dans le premier domaine l'Auteur introduit les séries d'équivalence sur une courbe réductible, et approfondit l'étude des séries de points sur les surfaces : il définit notamment les séries d'équivalence et en indique les propriétés topologiques. Au point de vue transcendant, il leur rattache des extensions du théorème d'Abel.

Géométrie. 1. M. *St. Golab* montre qu'une représentation conforme de l'espace de Finsler F_n sur l'espace euclidien n'est possible que dans le cas où F_n est un espace de Riemann. (Un espace F_n est un espace dont la métrique est définie par une fonction positivement homogène du premier ordre par rapport aux différentielles). M. *Elie Carton* généralise le problème précédent.

2. Le pseudo-arc σ d'une courbe minima satisfait à deux conditions, l'une de nature métrique et l'autre de nature affine. Or, comme l'indique M. *V. Lalan* la seconde condition suffit à définir $d\sigma^6$, ce qui indique que le pseudo-arc a une signification affine : il montre d'ailleurs qu'à un facteur près, σ se réduit à l'arc affine. De même la pseudo-courbure est identique à la première courbure affine.

3. M. *René Lagrange* étudie l'extension à l'espace S_3 et aux quadriques du théorème général de Poncelet sur les polygones circonscrits à n coniques d'un faisceau et inscrits dans une conique du faisceau.

Géométrie infinitésimale. M. *S. Finikoff* considère les couples de surfaces S et S' où les lignes de courbure se correspondent, de manière que les tangentes homologues se rencontrent. Il montre notamment que les normales de S et S' se coupent et que S' est une transformée de Ribaucour de S.

Mécanique des fluides. Dans ses travaux sur le pouvoir refroidissant des fluides J. Boussinesq a montré qu'on peut considérer la densité du fluide comme constante à condition d'introduire une force volumétrique auxiliaire. Or; cette méthode, imaginée pour l'étude des effets de la pesanteur, peut être aussi appliquée dans le cas où agissent d'autres forces : c'est ainsi que M. *Constantin Woronetz* étudie le mouvement d'un fluide compris entre deux cylindres circulaires coaxiaux maintenus à des températures constantes.

2. M. *A. Weinstein* étend les résultats obtenus dans sa Note sur les sillages provoqués par des arcs circulaires : il s'agit de préciser la position des points de détachement des lignes de glissement d'un mouvement fluide à deux dimensions en présence d'un obstacle circulaire.

Elasticité. M. *L. Lecornu* envisage un solide de révolution homogène et isotrope, mobile autour de son axe et soumis à un couple non nul : sa vitesse de rotation va donc varier, ce qui produira une déformation du solide et de l'axe. L'Auteur étudie notamment l'effet de ces déformations sur un ellipsoïde; il en déduit que, lorsque les arbres de rotation possèdent des renflements, il convient que ces renflements ne se rapprochent pas de la forme d'un ellipsoïde dont les demi-axes satisferaient à $3a^2=2b^2$.

Mécanique appliquée. M. *Robert Gibrat* montre qu'il existe indépendamment des conditions d'équilibrage, pour les groupes turbo-alternateurs à axe vertical portés par un pivot, et, d'une manière générale, pour les masses en mouvement autour d'un point fixe, une vitesse de rotation dangereuse proportionnelle à la plus petite vitesse d'équilibrage.

Mécanique ondulatoire. Schrödinger a étudié le cas d'un courant d'atomes d'hydrogène traversant une discontinuité d'un champ électrique. M. *Jacques Winter* applique les conclusions de cette étude aux phénomènes de résonance en mécanique ondulatoire; il envisage notamment la possibilité d'observer un phénomène périodique.

Acoutisque. M. *Y. Rocard* analyse la propagation des ondes sonores d'amplitude finie; le problème est en général d'une grande complexité. Toutefois, dans le cas d'un pavillon débouchant sur une grande surface on obtient des résultats simples. Si le mouvement imposé à l'air, à l'entrée, est de la forme $y=a\sin\omega t$, l'amplitude de l'harmonique p à la sortie est proportionnel à a_p. Un exemple numérique, où les données sont celles des haut-parleurs, montre que l'énergie de l'harmonique 2 peut être égale à celle du fondamental dans l'espace libre, ce qui justifie l'introduction des ondes d'amplitude finie.

Calcul graphomécanique. Le problème général du planimètre d'Amsler consiste à évaluer la rotation de la roulette correspondant au parcours par le style d'un arc de courbe non fermé. Comme le montre M. *J. Colomb* la solution de ce problème dépend d'une quadrature pseudo-elliptique (qui se ramène aux fonctions circulaires inverses). La solution générale peut être écrite alors sous une forme très simple.

Calcul nomomécanique. Pour éviter d'avoir à se reporter le long des graduations de la règle à calcul, afin d'y constater des coïncidences en des points plus ou moins éloignés des échelles, M. *Pol Ravigneaux* a combiné un appareil ne comportant de lecture qu'en un seul point. L'appareil est disposé de telle sorte que, deux nombres x et y étant en coïncidence sur deux graduations, on trouve leur produit inscrit en regard sur une troisième graduation; cet appareil constitue en quelque sorte la traduction d'un nomogramme à points alignés dû à M. Maurice d'Ocagne.

Calcul des probabilités. L'étude des événements liés en chaîne simple discontinue de Markoff conduit à rechercher dans quel cas une équation caractéristique admet soit l'unité comme racine multiple, soit la racine —1, soit enfin une racine primitive de l'unité. M. Romanovsky a donné pour chacun de ces cas des critères qui doivent être modifiés, comme le prouve M. *Emile Ostenc.* Mais la méthode de M. Romanovsky peut être conservée.

RENÉ GARNIER.

T. S. F.

La radiotéléphonie par ondes courtes. — Dans une conférence à la Royal Institution, le 2 décembre 1932, Marconi (1) a exposé ses derniers résultats sur la radiotéléphonie par ondes courtes.

Les ondes courtes courtes, fait-il observer, ont déjà été obtenues par Hertz, au cours des célèbres expériences qui sont à l'origine de la télégraphie sans fil. Dès la fin du siècle, Marconi a entrevu les avantages des ondes d'une trentaine de centimètres, pour les communications sans fil de quelques kilomètres de portée. Cependant, c'est au cours de la dernière guerre que son attention a été surtout sollicitée par les ondes courtes,

(1) *Engineering*, 30 décembre 1932.

qui offrent le double avantage, et de n'exiger qu'un appareillage relativement simple, et de n'être guère perturbables par des parasites.

Marconi a entrepris récemment en Italie une série d'expériences de communications téléphoniques par ondes courtes. Il recourut tout d'abord à des ondes de 50 centimètres. Cependant, dès les premiers essais, l'appareil émetteur se brisa en quelques minutes, lorsqu'on lui imposa l'accroissement de puissance nécessaire, et la construction de valves spéciales fut décidée. Bientôt, on put réduire la longueur d'ondes à une quinzaine de centimètres, et couvrir des distances d'une vingtaine de kilomètres, au moyen d'un appareil de petites dimensions, émettant des ondes polarisées.

Une conversation devint possible, à travers la baie de Gênes, entre stations éloignées d'une cinquantaine de kilomètres. Puis, le Vatican et le palais papal de Castel-Gondolfo furent mis en liaison téléphonique par ondes courtes.

Marconi relia, par double voie, son propre yacht, sur la côte, avec une station continentale, à 750 mètres d'altitude, et distante d'une trentaine de kilomètres. On utilisait soit une longueur d'onde de 57 centimètres soit une longueur d'onde de 26 centimètres.

Marconi est parvenu à maintenir une communication téléphonique sur plus de 60 kilomètres de distance. Il signale, à ce propos, une particularité curieuse. Tandis qu'à 150 kilomètres, la communication ne s'effectuait plus que par intermittences, elle récupérait subitement son intensité à 170 kilomètres, et la réception restait perceptible jusqu'à environ 200 kilomètres, distance qui, en l'occurrence, représentait l'extrême limite à atteindre.

Dans d'autres essais, qui eurent lieu en Sardaigne, avec une station réceptrice à 340 mètres au-dessus du niveau de la mer, on fut amené à constater la propagation horizontale des signaux.

Selon Marconi, la technique par ondes courtes représente un mode avantageux de liaison téléphonique, paraissant spécialement approprié dans les cas où l'installation de câbles se heurte à des obstacles matériels ou représente des dépenses excessives. La transmission des sons par ondes courtes est sensiblement exempte de perturbations, le brouillard ne saurait l'altérer, en outre le pinceau d'ondes est nettement dirigé, circonstance qui, en cas de guerre, serait susceptible d'avoir son utilité.

S. V.

Physique du Globe

Atmosphère supérieure et respiration artificielle. — L'exploration de la stratosphère, par le Prof. Piccard et ses collaborateurs, a attiré l'attention des physiologistes sur la tolérance de l'organisme à la respiration artificielle. Sir Leonard Hill a exposé ses récents travaux sur ce sujet (1).

Hill a rappelé tout d'abord les travaux de Schrötter et ceux de Argyll Campbell sur l'emploi d'oxygène sous pression réduite. Dans une atmosphère d'oxygène, à la pression de 50 mm. de mercure, pression qui correspond à celle du sommet de l'Everest, les animaux continuent à vivre, bien que la prolongation du régime finisse par entraîner une dégénérescence des organes, et en particulier du cœur.

Hill a repris des expériences analogues en maintenant dans des chambres à oxygène 4 souris, 7 rats, 2 cobayes, 1 lapin et 2 chèvres, et en réalisant un abaissement progressif de la pression. Sous une pression de 100 mm. de mercure, les animaux ne se sont pas montrés incommodés après un séjour de cinq minutes et davantage. A 90 mm., ils ont manifesté un malaise visible, et à 84 mm., on les a aperçus prostrés et convulsés. Les symptômes ont été particulièrement nets pour les deux chèvres. Dès que la pression a été abaissée au-dessous de 100 mm. de mercure, chacune d'elles, léchant ses lèvres, a remué un peu comme si elle était malade. A partir de 90 mm. de mercure, on les a vues l'une et l'autre se coucher, jusqu'à ce que le défaut d'oxygène leur imposât des mouvements convulsifs.

Il a suffi d'ailleurs de revenir à une pression plus élevée pour que les divers animaux se retrouvassent tous dans leur état normal.

Schrötter avait fixé à environ 11 kilomètres la limite à atteindre pour les aéronautes munis d'un appareil respiratoire. D'après ses propres expériences, Hill présume qu'avec un bon appareil respiratoire, un aviateur peut, sans inconvénient sérieux, parvenir à 17 ou 18 kilomètres d'altitude.

S. V.

(1) *Nature* (de Londres), 10 septembre 1932.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

Le mouvement des Constructions navales en 1932. — Les relevés statistiques du *Lloyd's Register* sur la production des chantiers de constructions navales faisaient ressortir, pour 1931, une situation désastreuse, sans précédent dans l'histoire économique de cette industrie. Il ne fallait guère s'attendre à ce que les chiffres relevés pour l'année écoulée accusassent un relèvement même virtuel, qui serait en contradiction avec toutes les circonstances de l'heure. En fait, la courbe de la production mondiale se poursuit de la même allure, c'est-à-dire à peu de chose près verticalement. Il avait été lancé, en 1931, dans le monde entier, 596 navires, représentant un total de 1 617 115 tonneaux de jauge brute. (La production de 1930 avait été de 1 084 navires, jaugeant 2 889 472 tx). Les chiffres de 1932 ne sont plus que de 307 navires et 726 591 tx, soit une diminution, par rapport à l'année antérieure, de 890 524 tx, chiffre qui dépasse celui de la production elle-même. (Je rappelle que les relevés du *Lloyd* comprennent tous les navires marchands dont la jauge brute n'est pas inférieure à 100 tx).

Une constatation analogue résulte de l'examen des chiffres du tonnage, non plus lancé, mais se trouvant en cours de construction à la fin de chaque année. De 2 326 000 tx à la fin de 1930, ce total était tombé à 1 403 795 à la fin de 1931. Au début de l'année 1933, il n'existait plus que 765 720 tx en construction, soit en l'espace d'un an, une diminution de 638 075 tx.

Le marasme atteint plus ou moins sévèrement chacune des nations productrices ; il faut considérer, toutefois, qu'à des taux de production aussi bas, le rang que chaque pays occupe dans le classement mondial perd nécessairement de sa valeur indicatrice, en raison de l'importance prépondérante qu'acquièrent les circonstances dont l'influence demeure normalement secondaire. C'est le cas de toutes les statistiques de temps de crise.

Alors que le tonnage lancé dépassait, pour 1931, l'ordre de 100 000 tx pour la plupart des nations productrices, toutes, sauf deux, se trouvent en deça de cette limite pour l'année écoulée.

L'industrie de la Grande-Bretagne et Irlande descend de 502 487 tx pour 1931 à 187 794, soit une diminution de 314 693 tx. Jamais chiffre aussi bas n'avait été enregistré depuis le début de la publication des relevés du *Lloyd*, en 1888. La production britannique, qui représentait, en 1930, 51,2 % de la production mondiale, 31,1 % en 1931, voit descendre cette proportion à 25,8 %.

Les Etats-Unis conservent le second rang, depuis 1930 : leur production, qui était de 205 865 tx en 1931, descend à 143 559 pour 1932.

La France, du huitième rang qu'elle occupait, monte au troisième, avec 89 310 tx. Les chiffres du tonnage lancé étaient de 81 607 tx en 1929, 100 917 en 1930 et 103 419 en 1931. Toutefois, le fléchissement relativement faible qu'accusent ces chiffres ne doit pas faire illusion sur le caractère de gravité de la crise qui atteint actuellement à plein notre industrie. On notera que la seule *Normandie*, qui est le plus grand navire du monde actuellement à flot, compte dans le total indiqué pour 68 000 tx. Le restant du tonnage lancé ne dépasse donc guère 21 000 tonneaux. Il s'agit de quatre vapeurs, jaugeant chacun de 3 à 4 000 tx et de quelques navires à moteur de petites dimensions. (Le paquebot *Président-Doumer* a été lancé en février de la présente année).

La production allemande vient ensuite ; après avoir atteint presque le second rang en 1930, avec 245 557 tx, elle n'était plus que de 103 934 en 1931, pour descendre encore à 80 799 tx pendant l'année écoulée. Ce chiffre est le plus bas qui ait été enregistré pour l'Allemagne depuis 1893.

Le Japon, dont la production avait reculé, de 1930 à 1931, de 151 272 tx à 83 721, n'accuse pour l'année écoulée que 54 422 tx. L'Italie, qui occupait le troisième rang en 1931, avec 165 048 tx, n'a pareillement lancé, en 1932, que 47 441 tx, soit le chiffre le plus bas enregistré depuis 1917. Il convient de remarquer qu'un grand nombre de navires ont été construits en Italie au cours des dernières années, notamment quelques paquebots de très grandes dimensions. Cette année encore a été lancé le paquebot *Océania* de 20 000 tx, ainsi que deux pétroliers de 12 000 tonneaux chacun, tous trois construits aux chantiers de Monfalcone.

Enfin, viennent les trois pays dont la production comptait parmi les plus notables au cours de la période précédente : la Suède, avec 43 000 tx, au lieu de 112 703 en 1931 ; la Hollande, avec 26 232, au lieu de 120 296 (non compris les navires destinés exclusivement aux fleuves et canaux) ; le Danemark, avec 22 413 tx, au lieu de 125 974.

De tels chiffres suffisent à révéler la *généralité*, en même temps que l'intensité de la crise.

Le tonnage encore en construction à la fin de 1932 est le suivant, pour les différents pays : 1° Grande-Bretagne et Irlande : 225 497 tx au lieu de 400 505 à la fin de 1931 ; 2° France : 101 675, au lieu de 164 440 (la *Normandie* entre également ici en compte) ; 3° Allemagne : 80 310, au lieu de 103 981 ; 4° Japon : 63 345 ; 5° Etats-Unis : 59 628, au lieu de 207 837 ; 6° Italie : 59 113, au lieu de 178 287 ; 7° Suède : 58 530, au lieu de 95 380.

Les plus grands navires lancés en 1932 sont : la *Normandie*, de 68 000 tx, le *Washington* (Etats-Unis), de 25 000 tx, la *Queen of Bermuda* (Angleterre), de 22 500, l'*Océania* (Italie), de 20 000. La production de l'année comprend 5 navires de plus de 15 000 tx chacun, 12 dont la jauge est comprise entre 10 000 et 15 000 tx, 18 entre 6 000 et 10 000, 27 entre 4 000 et 6 000.

Ainsi que j'en ai fait déjà la remarque, on ne peut guère tirer de conclusions probantes des statistiques relevées dans un pareil état de crise généralisée. Certaines indications peuvent cependant être notées ; ainsi, en ce qui concerne les proportions respectives des vapeurs et des navires à moteur. Ces derniers représentaient, pour 1931, un total de 920 495 tx, contre 683 000 de vapeurs : en 1930 le tonnage à moteur avait déjà commencé à dépasser sensiblement le tonnage à vapeur, jusqu'alors prépondérant. En 1932, il n'a été lancé que 268 690 tx à moteur, contre 455 597 à vapeur. En Angleterre notamment, il est à remarquer que le tonnage à moteur n'est que de 2 443 tx, soit seulement 1,3 % du tonnage total lancé. Au cours des années précédentes, le pourcentage avait atteint des valeurs très élevées (45 % en 1931). Les trois plus grands navires lancés dans le monde sont à vapeur : la *Normandie* et la *Queen of Bermuda*, à propulsion turbo-électrique, le *Washington* à turbines.

Le tonnage à moteur est, nous l'avons vu, tout à fait minime pour la France.

Par contre, sur les 15 navires lancés en Allemagne, 12 sont à moteur et représentent la presque totalité de la production ; la proportion des *motorship* est de 57,3 % pour le Japon. En Italie, le tonnage à moteur représente sensiblement la totalité, avec notamment l'*Océania*, de 20 000 tx. Les motorship représentent les 87 % du tonnage lancé en Suède et la totalité pour la Hollande.

En résumé, nous assistons à la phase la plus aiguë de la crise ; les relevés montrent que la dépression, qui avait éprouvé plus spécialement l'industrie britannique dans les deux dernières années, affecte à présent les chantiers du monde entier. Du point de vue mondial, on peut remarquer que le tonnage commencé pendant l'année 1932 est de moitié inférieur à celui qui serait nécessaire pour remplacer le tonnage lancé au cours de la même année. C'est plus qu'il n'en faut pour permettre de juger du degré d'intensité et de gravité générale de la crise.

LOUIS BASSO.

Chemins de fer

Notes rétrospectives sur les premiers chemins de fer. — Ce fut dans nos bassins houillers que les chemins de fer prirent naissance en France, les lignes de Saint-Etienne à la Loire et du Martinet à Tarascon-sur Rhône furent des premières créées ; mais auparavant on avait déjà utilisé les voies ferrées dans les travaux souterrains des mines.

Vers 1815, dans les mines de Grand-Croix, du district de Rive-de-Gier, on avait essayé de placer sur le sol des galeries, des voies en fonte à ornière, de 0 m. 40 d'écartement, destinées à recevoir des bennes à roulettes. Ces bennes se substituaient à celles à sole qu'on traînait du chantier jusqu'au puits, leur capacité passait de 100 kilos à 200 kilos de charbon, et, pour la traction, on utilisait les chevaux. On ne tarda pas, d'ailleurs, à remplacer les ornières en fonte par de vrais rails, en fers plats, calés par des coins dans des encoches de traverses en bois.

Mais l'entretien de ces voies était difficile et onéreux, le foisonnement des terrains faisait rapidement et inégalement gonfler le sol des galeries ; aussi vit-on un ingénieur, sorti de l'Ecole des Mineurs de Saint-Etienne, M. Fournet, qui pour supprimer ces inconvénients, imagina une sorte de chemin de fer aérien (système Fournet, appelé aussi système Palmer), vague précurseur de nos transporteurs actuels. Un rail en fer de 60 mm. de hauteur et 18 mm. d'épaisseur, était suspendu aux extrémités de supports reliés aux cadres de soutènement (fig. 1). Sur le rail roulait une poulie à gorge dont l'axe prolongé, se recourbant pour revenir dans le plan vertical de la gorge, portait un crochet servant à attacher la benne.

Aux extrémités de la ligne sur laquelle un cheval tirait 4 ou 5 bennes attelées ensemble, la sole se relevait pour

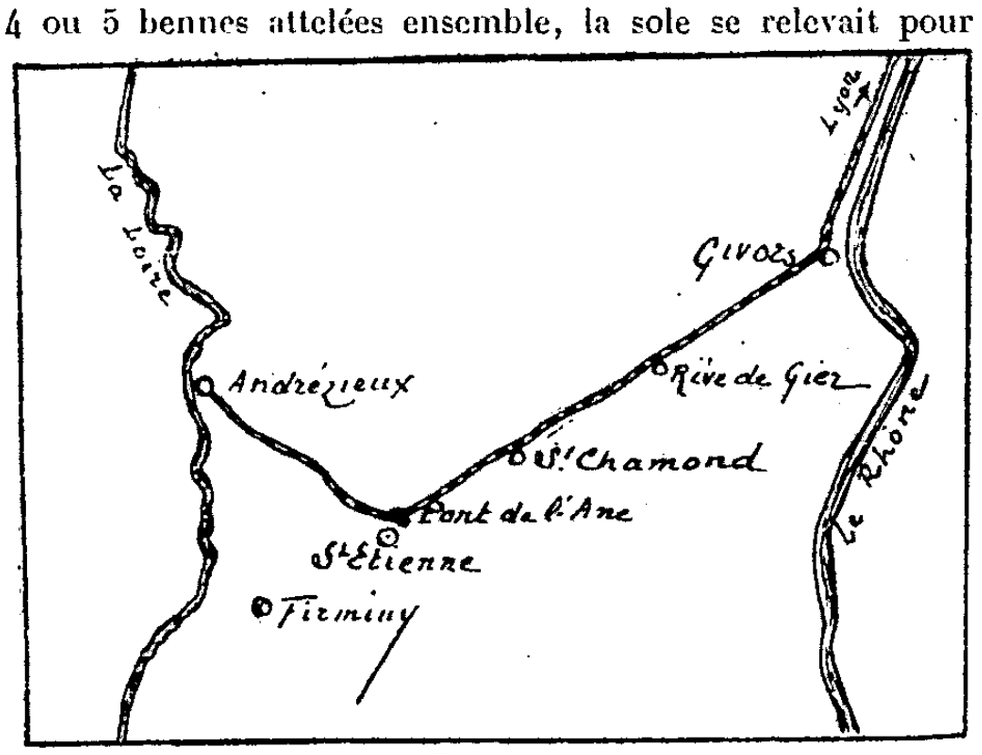


Fig. 1.

soulever les bennes et amener le décrochage. Mais cette disposition, tout ingénieuse qu'elle parut, fut loin de se généraliser ; on revint rapidement à la voie posée sur le sol, et, pour les galeries où celui-ci était trop mouvant, on conserva le trainage.

Chemin de fer de Saint-Etienne à la Loire. — En 1817, l'ingénieur Gallois, à la suite d'un séjour en Angleterre, fit paraître une étude où il estimait qu'une voie ferrée, analogue à celles qu'il avait vues, réduirait, entre Saint-Etienne et la Loire, à 13 centimes par tonne et par lieue, le transport des charbons qui coûtait 1 fr. 64, par les chars circulant sur la route.

Devant de telles améliorations possibles, une Société fut constituée, qui obtint, le 26 février 1823, la concession d'un chemin de fer, à traction animale, entre Saint-Etienne et le port fluvial d'Andrézieux.

La voie fut livrée à la circulation le 1er octobre 1828 sur 18 kilomètres de longueur. Le point de départ était Pont-de-l'Ane, avec embranchements pour les principales mines en activité. Les rails en fonte, achetés en Angleterre, pesaient 20 kgs 1/2 le mètre courant ; ils étaient portés par des coussinets en fonte reposant sur des dés en pierre.

Les wagons contenaient 2.400 kilos de charbon et, vu les nombreuses déclivités de la voie, étaient tous munis de freins.

L'entreprise resta hésitante pendant quelque temps, elle n'entra dans la voie du succès que quand les tarifs, qui au début avaient été établis à 0 fr. 372 la tonne kilométrique (sensiblement le coût par voie de terre) furent abaissés à 0 fr. 15. Aussi vit-on rapidement le tonnage passer de 2.000 tonnes pour 1830, à 76.000 en 1835 et 110.000 en 1837. D'ailleurs, en 1832, il y eut jonction à Pont-de-l'Ane avec le chemin de fer sur Rive-de-Gier et Lyon, puis en 1834 prolongement d'Andrézieux sur Roanne.

En 1837, devant un avenir qui semblait assuré, tous les rails en fonte furent remplacés par des rails en acier de 18 kilos au mètre courant, et les coussinets furent posés sur des traverses en bois. Dès cette année, on se préparait à entreprendre la traction par locomotives qui fonctionnait depuis quatre ans entre Lyon et Rive-de-Gier.

Chemin de fer Saint-Etienne-Lyon. — A cette entreprise est lié le nom de Marc Séguin. La concession lui fut accordée en 1826, et le tracé fut si bien étudié que, de nos jours, il n'a subi que des modifications insignifiantes, sur ses 55 kilomètres de développement.

La ligne était à double voie, sauf cependant sous les trois tunnels les plus longs : Couzon, La Mulatière et Terrenoire. Les rails étaient en fer et à champignon, ils pesaient 13 kilos au mètre courant ; ils étaient calés au moyen de coussinets reposant sur des dés en pierre. Les wagons étaient en bois de chêne, sur roues en fonte, d'une contenance maximum de 3 tonnes de houille.

Les divers tronçons de cette ligne furent ouverts aux dates ci-dessous :

28 juin 1830 : section de Givors à Rive-de-Gier ;

3 août 1832 : section de Givors à Lyon ;

2 octobre 1832 : section de Rive-de-Gier à Saint-Etienne (Pont de l'Ane).

Aux services des marchandises on ne tarda pas à joindre un service de voyageurs, et les premières locomotives à vapeur firent leur apparition, d'abord entre Givors et Lyon, dès le début de 1833.

Ces machines construites sur le modèle de la fusée de

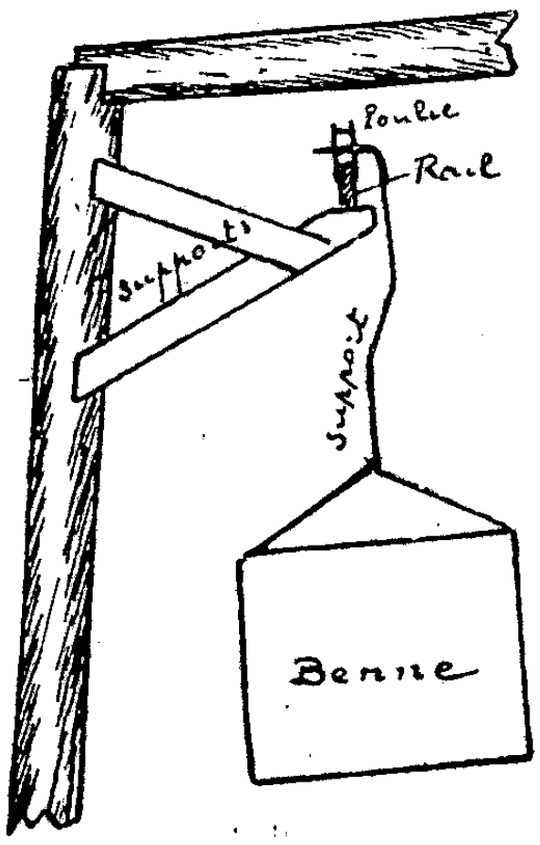


Fig. 2.

Stephenson furent baptisées du nom assez irrévérencieux de « scieurs de long », à cause des deux cylindres verticaux placés de chaque côté entre les roues. Elles pesaient 13 tonnes.

Le trafic pris rapidement de l'extension, le tonnage qui était déjà de 240.000 tonnes en 1833 passa à plus de 500.000 en 1837. La houille représentait la presque totalité de ces chiffres.

Nous sommes loin aujourd'hui, malgré que moins d'un siècle nous en sépare, de ces premières applications du rail, et, plus qu'aucun autre facteur, c'est le rail qui a modifié les conditions économiques de nos divers pays européens.

V. G.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 27 mars 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Bourion.* — **Sur une classe de séries de Taylor.**

THÉORIES DES FONCTIONS. — *J. Wolff* (prés. par M. Emile Borel). — **Extension d'un théorème de M. Warscharwski sur la représentation conforme.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Emile Borel.* — **Sur un problème élémentaire de probabilités et la quasi périodicité de certains phénomènes arithmétiques.**

THÉORIE DES ESPACES DE RIEMANN. — *J. Delsarte* (prés. par M. H. Villat). — **Sur un ds^2 à symétrie axiale non statique et sur quelques problèmes connexes.**

BALISTIQUE EXTÉRIEURE. — *R. d'Adhémar* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur les équations du mouvement gyroscopique des projectiles stables.**

MÉCANIQUE QUANTIQUE. — *J. Mariani* (prés. par M. Marcel Brillouin). — **La mécanique quantique et la théorie des groupes finis et continus de Sophus Lie.**

HYDRODYNAMIQUE. — *M. Luntz* et *P Schwartz* (prés. par M. H. Villat). — **Sur un cas particulier du mouvement engendré dans un fluide visqueux par la rotation d'un cylindre.**

— *F. Vasilesco* (prés. par M. H. Villat). — **Sur le mouvement à trois dimensions d'un corps solide dans un fluide.**

ASTRONOMIE. — *G. Lemaître* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Condensations sphériques dans l'univers en expansion.**

PHYSIQUE COSMIQUE. — *L. Tuwim* (prés. par M Jean Perrin). — **Premiers résultats obtenus dans un nouvel observatoire des rayons cosmiques.**

ÉLECTRICITÉ. — *E. Hochard* (prés. par M. Villard). — **Sur des oscillations entretenues.**

Suivant le dispositif décrit, l'auteur a réalisé des oscillations avec deux galvanomètres : le premier a une période de 2/10e de seconde et son amortissement peut être réglé par un shunt ; le second est, par construction, à l'amortissement critique, sa période est de quelques secondes. Le spot est constitué par l'image d'une fente large, la cellule est recouverte d'une fenêtre rectangulaire.

— *E. Gambetta* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la mesure des faibles flux lumineux au moyen de la cellule photo-électrique.**

L'auteur indique une méthode permettant d'augmenter considérablement la sensibilité relative d'un montage photo-électrique destiné à déceler de faibles variations d'un flux lumineux autour d'une valeur déterminée de celui-ci.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *H. Abraham* (prés. par M. Villard). — **Sur la définition du champ magnétique.**

MAGNÉTISME. — *P. Lainé* (prés. par M. Cotton). — **Sur les propriétés magnétiques de l'ozone liquide.**

Les diverses études relatives aux propriétés magnétiques de l'ozone, ont donné jusqu'ici des résultats très discordants. Ces études étaient effectuées à la température ordinaire avec de l'oxygène ozoné dont la teneur en ozone était généralement inférieure à 10 %.

L'auteur a repris cette étude en utilisant l'ozone liquide qui peut s'obtenir très pur et dont la vitesse de décomposition à la température de l'air liquide est pratiquement nulle. Le grand électro-aimant de l'Académie des Sciences lui permettait d'obtenir les champs intenses étendus nécessaires pour entreprendre ce travail.

RADIOGONIOMÉTRIE. — *Ch. Bertin* (prés. par M. J.-B. Charcot). — **Sur la précisiou atteinte au cadre goniométrique et sur la commodité de la droite radio.**

OPTIQUE GÉOMÉTRIQUE. — *F. Croze* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur les aberrations de coma des faisceaux de grande inclinaison.**

SPECTROSCOPIE. — *Ny Tsé ze* et *Choong Shim-Piaw* (prés. par M. Ch. Fabry). — **L'absorption de la lumière par l'ozone entre 3 050 et 2 150 Å.**

L'emploi du spectre continu d'un tube à hydrogène comme source lumineuse a permis aux auteurs de retrouver presque toutes les bandes déjà observées par Shaver, par Chalonge et Lombrey et d'y ajouter de nombreux faits nouveaux. Ils ont employé des tubes d'absorption ayant comme longueur, en centimètres : 0.82, 1,62, 6,15 et 14,5, et font varier l'épaisseur de l'ozone de 2 mm. à 70 μ environ. Les résultats obtenus pour les coefficients d'absorption α sont donnés dans un tableau.

POUVOIR ROTATOIRE. — *Pariselle* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur un cas curieux de changement de signe de pouvoir rotatoire et de mutarotation.**

M. Pariselle a préparé l'émétique aluminium pur, substance incristallisable, d'aspect vitreux possédant des propriétés optiques curieuses. Alors qu'en solution concentrée, il est *lévogyre*, il devient fortement *dextrogyre* en solution étendue. Il donne lieu aussi, lors de la dilution des solutions, à des phénomènes de mutarotation très marqués. Enfin le pouvoir rotatoire spécifique de ce corps varie également dans de très fortes proportions avec la température.

ÉLECTROCHIMIE. — *P. Jacquet* (prés. par M. G. Urbain). — **L'adsorption des colloïdes par les surfaces métallique et son influence sur l'adhérence des dépôts électrolytiques.**

Les résultats montrent que l'on peut étudier par une méthode électrochimique les phénomènes d'adsorption des colloïdes par les surfaces métalliques. Ils montrent, en outre, la possibilité de faire varier à volonté l'adhérence d'un dépôt, ce qui peut, au point de vue pratique, présenter un certain intérêt.

RADIOACTIVITÉ. — *M. Curie* et *Tacksvorian* (prés. par M. G. Urbain). — **Radioactivité d'un fractionnement néodyme-samarium. L'élement 61.**

Avec les termes du fractionnement (6 à 22), où devrait se concentrer l'élément 61, on observe un rayonnement qui représente un maximum d'intensité pour les fractions avec lesquelles on doit s'attendre à un enrichissement en élément 61. Ce rayonnement ne s'observe plus avec les fractions extrêmes. Sa pénétration paraît trop grande pour pouvoir être attribuée à un rayonnement α.

EFFET ROMAN ET CHIMIE. — *H. Van Risseghem, B. Gredy* et *L. Piaux* (prés. par M. C. Matignon). — **La liaison éthylénique. Etude de quelques hexènes linéaires ou ramifiés.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Girard* et *G. Chaudron* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Systèmes cristallins des oxydes ferriques microcristallisés.**

— *P. Montagne* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la résolution graphique des problèmes d'équilibres chimiques homogènes entre trois constituants.**

L'auteur généralise les résultats obtenus à propos de la dissociation du gaz carbonique et montre que la représentation graphique des équilibres homogènes à trois constituants permet de résoudre avec rapidité les problèmes pratiques relatifs aux dissociations, grâce à la considération du point caractéristique et des droites isocrases.

— *G. Champetier* (prés. par M. G. Urbain). — **Action des solutions d'acide orthophosphorique sur la cellulose ordinaire.**

Les résultats conduisent à penser que l'aspect des diagrammes de diffraction des dérivés d'addition de la cellulose doit, dans certains cas, dépendre plus des modifications de dimensions de la maille résultant de la nature de la solution saline qui a diffusé entre les chaînes cellulosiques, que de la fixation de quelques molécules de la solution par ces chaînes. Cette fixation, si elle s'effectue sur certains oxhydriles des groupes glucose peut, d'ailleurs, n'altérer en rien les équidistances fondamentales de la maille, et n'avoir qu'une répercussion faible sur l'intensité des taches des diagrammes. Par lavages à l'eau, la combinaison d'addition de l'acide orthophosphorique et de la cellulose est détruite. La cellulose est régénérée sans avoir subi le phénomène de mercerisation.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Sanfourche* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Les relations entre les propriétés et la constitution du phosphate tricalcique.**

L'auteur est conduit à envisager l'existence d'un nouvel acide qui pourrait être dénommé *acide hydroxyphosphorique* et qui trouverait sa place naturelle dans la série constituée par l'union d'un nombre croissant de molécules d'eau avec l'anhydride phosphorique : acides métaphosphorique, pyrophosphorique, orthophosphorique, hydrophosphorique et pentaphosphorique.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *E. Carrière* et *R. Liauté* (prés. par M. C. Matignon). — **Dosage de l'acide sulfureux et des sulfites alcalins par le permanganate de potassium.**

Les auteurs ont recherché dans quelles conditions, le dosage de l'acide sulfureux en milieu sulfurique, par une solution contenant 3 gr. 16 de permanganate de potasse par litre est exact, par suite de la transformation complète de l'acide sulfureux en acide sulfurique; suivant l'équation :

$$5SO^3H^2 + 2MnO^4H = 3SO^4H^2 + 2SO^4Mn + 3OH^2$$

Le dosage devient exact si on réalise une acidité sulfurique suffisante, ce qu'avait déjà fait observer J. Mulbauer.

Le sulfite de sodium peut être dosé par le permanganate de potassium en milieu neutre ou alcalin.

CHIMIE ANALYTIQUE ORGANIQUE. — *G. Allard* (prés. par M. G. Urbain). — **Dosage réfractométrique des acides organiques.**

La méthode est celle qui a été indiquée précédemment pour le dosage réfractométrique des acides oxalique et malonique (Bull. Soc. Chim., 5, 1932, p. 372). Elle consiste à suivre la précipitation des acides organiques par la mesure des indices de réfraction de la solution. Les essais ont porté sur les neuf premiers termes en chaîne droite de la série des diacides.

CRISTALLOGRAPHIE. — *V. Kunzl* et *J. Köppel* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur une méthode de précision pour mesurer les constantes des réseaux cristallins.**

MINÉRALOGIE. — *P. Gaubert.* — **Influence des matières étrangères à l'état de solution solide sur le domaine de stabilité des cristaux.**

Les faits signalés dans cette Note montrent le rôle important que les matières étrangères, à l'état de solution solide, peuvent jouer dans la stabilité des minéraux cristallisés. Elles changent le facies et la taille des cristaux ; ces modifications agissent aussi sur la résitance à l'altération. Ces faits indiquent, en outre, que l'inégale facilité des clivages dans le même minéral, mais d'origine différente, doit être attribuée à la présence de ces matières dans les cristaux.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *J. Barthoux.* — **Le Siwalik et les roches récentes en Afghanistan.**

GÉOLOGIE. — *A. Lenoble.* — **La série schisto-quartzo-calcaire dans le centre de Madagascar.**

La série étudiée couvre environ 8.000 km² dans le centre de Madagascar, de Betafo à la Manambaroa, dans le sens Nord-Sud, et d'Ambositra jusque près du Bongolava, dans le sens Est-Ouest. Le centre d'intensité maximum des mouvements semble situé près du massif du Saronara, à 6 km. au nord d'Ambatofinandrahana.

— *F. Blondel* (prés. par M. De Launay). — **Sur la répartition des teneurs des gisements métallifères.**

Les teneurs des gisements ne sont pas réparties au hasard ; à chaque type métallogénique correspond une teneur moyenne autour de laquelle se trouvent les plus forts tonnages de ce type de gisement. Ces types sont en petit nombre et leurs teneurs forment une série pratiquement discontinue. La notion économique, qui tient compte du profit de l'exploitation, doit être écartée de la définition scientifique des gisements métallifères.

BOTANIQUE. — *J. Chaze* (prés. par M. Molliard). — **Sur la présence de pigments anthocyaniques ou de composés oxyflavoniques dans les grains d'aleurone de certaines Graminées.**

La coloration des maïs à grains rouges est due à un pigment, non anthocyanique, localisé dans le péricarpe : la couche à aleurone renferme des composés oxyflanoniques ; les maïs noirs renferment des pigments anthocyaniques dans la couche à aleurone. Chez les maïs à grains jaunes ou blancs, chez divers Hordeum, Triticum, Avena, Secale, les grains d'aleurone contiennent des composés oxyflavoniques qui se transforment parfois en anthocyame à la germination. Composés oxyflavoniques et anthocyaniques sont adsorbés par la protéine des grains d'aleurone.

GÉNÉTIQUE. — *M. Simonet* (prés. par M. Blaringhem). — **Sur le comportement des chromosomes chez quelques hybrides complexes d'Iris.**

Cette étude du comportement des chromosomes dans les mitoses somatiques porte sur des hybrides complexes : hybrides interspécifiques et même polyspécifiques. Parmi les faits acquis, il faut signaler la fécondité d'hybrides à gamètes hypodiploïdes ; ainsi, ce n'est pas tant l'élimination des chromosomes dans les divisions de maturation qui peut être une cause de stérilité chez les hybrides que la réalisation de combinaisons chromosomiques incapables de coopérer de façon effective. D'autre part, l'étude de certains chromosomes de forme spéciale au cours d'hybridations successives montre que les chromosomes gardent leur entière individualité et doivent être regardés comme des formations constantes du noyau.

MYCOLOGIE. — *Mlle P. Eftimiu* (prés. par M. Dangeard). — **Sur la présence d'un champignon chez *Bucegia Romanica* Radian.**

Les thalles qui portent l'inflorescence femelle sont seuls parasités. La zone infestée se présente sous la forme d'une bande située immédiatement au-dessous du tissu chlorophyllien parallèle à l'épiderme inférieur ; elle est séparée de celui-ci par quelques assises de cellules. L'infestation se fait sans doute par les rhizoïdes. Le champignon passe d'une cellule à l'autre par perforation de la membrane. La cellule infestée dégénère ; le champignon semble agir à distance sur les cellules non infestées. Les articles du thalle renferment généralement deux noyaux, quelquefois plus. Rien ne permet de classer le parasite parmi les Ascomycètes ou les Basidiomycètes.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *R. Fosse, P. de Graeve* et *P. E. Thomas.* — **Rôle de l'acide allantoïque chez les végétaux supérieurs.**

L'acide allantoïque existe dans les sucs des jeunes feuilles d'Acer pseudoplatanus et chez le légume vert de Phaseolus vulgaris. Chez les graines de Melilotus officinalis et de Trifolium sativum, la teneur s'élève, après la germination, jusqu'à 70 et 129 fois le pourcentage initial. L'acide allantoïque provient du dédoublement de l'allantoïne par l'allantoïnase ; l'allantoïne provient de l'action de l'uricase sur l'acide urique.

TOXICOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *R. Hamet* (prés. par M. [illegible]). — **Les digitaliques n'empêchent pas la syncope cardiaque que provoque l'adrénaline quand on la fait agir pendant l'excitation du vague.**

Les digitaliques, à dose convenable, suppriment les effets de l'excitation du vague sur le ventricule. Si on pratique alors une injection intra-ventriculaire d'adrénaline pendant qu'on excite le vague, on observe un arrêt presque total du ventricule. Les contractions auriculaires, et quelques contractions ventriculaires reparaissent quelques secondes après, mais le cœur s'arrête très rapidement et définitivement, bien qu'on cesse d'exciter le vague. Les effets cardioinhibiteurs de l'adrénaline agissant pendant l'excitation du vague ne peuvent être attribués à une action vagotrope.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Mme Hufnagel* et *M. Joly.* — **Sur le comportement différent à l'égard des rayons X de la Mouche et du Papillon au cours de leur métamorphose.**

La dose de 20.000 R arrête le développement des organes imaginaux chez la Mouche (Calliphora erythrocephala) tandis qu'une dose quatre fois plus forte n'a aucune action sur la métamorphose normale du Papillon (Hyponomeuta podella). On peut expliquer cette différence de réaction par le mécanisme normal de la métamorphose. Chez la Mouche, il y a, pendant la nymphose, substitution des éléments imaginaux aux éléments larvaires détruits et résorbés. Chez le Papillon, les organes imaginaux dérivent des organes larvaires homologues. L'irradiation détruirait les cellules embryonnaires, non les cellules différenciées. D'autre part, la résistance des cellules d'Insectes à de telles doses est remarquable.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *F. Vlès, Mlles A. Grossmann* et *M. Gex.* — **Sur les forces électro-motrices développées par l'homme en contact avec un conducteur métallique.**

Une valeur stable du potentiel s'établit après un certain temps. Chez les quatre cinquièmes des sujets, le potentiel se maintient entre — 300 et —450 millivolts. Chez le dernier cinquième, on a constaté des chutes brusques, individuelles ou collectives, dues à l'influence de causes extérieures. Les chutes de potentiel collectives se sont généralement produites peu après les crêtes des plus grandes oscillations de la conductance. Les forces électromotrices relèvent de plusieurs origines. Peut-être existe-t-il un rapport entre la valeur des courants de la peau et les écarts du métabolisme basal.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *J. Cominopetros* et *B. Contos* (prés. par M. Rouv). — **Intradermoréaction à la fièvre boutonneuse.**

L'inoculation du virus sous la peau provoque une réaction différente chez l'homme neuf et chez le malade ou le convalescent. Le virus mêlé à du sérum de convalescent, injecté à l'homme neuf, donne une lésion identique à celle du convalescent. L'intradermoréaction avec l'antigène ou le virus boutonneux est un moyen de recherche de l'immunité ou de la réceptivité individuelle chez l'homme ou les animaux. Elle peut être utilisée pour le diagnostic de l'infection et pour la classification de diverses Rickettsia.

M. Mascré.

Séance du 3 avril 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. —*Soula* (prés. par M. Goursat). — **Sur une équation intégrale.**

— *A. Tsortsis* (prés. par M. Goursat). — **Sur l'intégration d'une classe d'équations linéaires aux dérivées partielles du second ordre à une fonction inconnue de *n* variables indépendantes.**

THÉORIE DES GROUPES. — *H. Cartan* (prés. par Elie Cartan). — **Sur les groupes de transformations pseudo-conformes.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — — *Torsten Carleman* (prés. par M. E. Borel). — **Sur une inégalité différentielle dans la théorie des fonctions analytiques.**

GÉOMÉTRIE. — *St. Golab* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur la représentation conforme de deux espaces de Finler.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *S. Finikoff.* — **Surfaces dont les lignes de courbures se correspondent avec égalité des rayons de courbures principaux homologues.**

CINÉMATIQUE APPLIQUÉE. — *P. E. Myard* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur une liaison absolument générale entre deux axes de rotation quelconques dans l'espace.**

AÉRODYNAMIQUE. — *A. Magnan* (prés. par M. A. d'Arsonval). — **Sur la détermination optique de la direction de filets d'air en mouvement.**

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *J. Baurand* (prés. par M. Villat). — **Ondes progressives périodiques à la surface d'un bassin de faible profondeur.**

ASTROPHYSIQUE. — *E. Sevin* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur l'absorption du rayonnement cosmique par l'atmosphère.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *P. Dumanois* (prés. par E. Jouguet). — **Au sujet du classement des combustibles liquides pour moteurs à combustion interne, à injection mécanique.**

L'auteur montre qu'il est possible de déterminer la valeur du gas oil en utilisant sans aucune modification le moteur standard C.F.R. employé pour la détermination du nombre d'octane des moteurs à explosion.

DIFFUSION MOLÉCULAIRE. — *J. Cabannes.* — **Sur la dépolarisation de la lumière diffusée par un cristal uniaxe lorsque l'axe optique est parallèle au rayon diffusé. Etude expérimentale et considérations théoriques.**

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *F. Prunier.* — **Au sujet des équations de l'électromagnétisme.**

ELECTROTECHNIQUE. — *J. Granier* (prés. par M. Paul Janet). — **Propriétés conductrices du caoutchouc fortement chargé en noir de fumée.**

Le caoutchouc fortement chargé en noir de fumée possède une conductibilité susceptible d'applications intéressantes, notamment : 1° Un récepteur de T.S.F. (amplification à résistances) équipé au caoutchouc a fonctionné normalement pendant plusieurs semaines ; 2° en utilisant un amplificateur à deux étages, on a pu relever à l'oscillographe les vibrations d'un moteur d'automobile ; également on a pu inscrire les battements d'une pendule ; 3° obtenir des reproductions photographiques; 4° entretenir, pendant plusieurs jours, un diapason de fréquence 100.

SPECTROSCOPIE — *J. Lecomte* (prés. par M. A. Cotton). — **Spectres d'absorption infrarouges de dérivés halogénés du méthane, étudiés avec un spectromètre enregistreur.**

L'auteur, en munissant successivement son spectrographe enregistreur d'un prisme de sel gemme et d'un prisme de sylvine synthétique, a obtenu, entre les fréquences de 500 et 1 450 cm^{-1} environ (en longueurs d'ondes de 20μ à 6μ9) les spectres d'absorption de dérivés halogénés du méthane (à l'état liquide) qui, pour la plupart, n'avaient pas encore été mesurés.

PHOTOGRAPHIE. — *P Fleury* et *G. A. Boutry* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur la mesure précise des densités photographiques.**

Les auteurs ont réalisé un densitomètre d'emploi relativement simple et permettant de déterminer éventuellement l'influence de la nature de la lumière et de l'ouverture angulaire des faisceaux utilisés.

CHIMIE PHYSIQUE. — *F. Bourion, E. Rouyer* et *O. Hun* (prés. par M. G. Urbain). — **Détermination cryoscopique des ions en solution.**

Déterminant la constante k_3 de la résorcine dans l'eau et en prenant k = 18,4, les auteurs ont obtenus $k_3 = 3{,}500$ en moyenne pour des concentrations variant de 1,000 à 3,000. Il conviendra donc de choisir k' de manière que k_3 soit égal à 3,500.

— *J. Cournot* et *L. Halm* (prés. par M. Léon Guillet). — **Sur la mesure du degré de poli en vue de la détermination de la tenue à la corrosion des aciers inoxydables.**

Les expériences ont été faites sur un acier inoxydable à structure austénitique avec cinq émeris et cinq potées d'étain de grosseurs différentes, deux alumines, un sablage et un décapage à l'eau régale. Les mesures indiquées dans un tableau montrent que l'appareillage décrit et la méthode employés satisfont au but envisagé.

COLLOÏDES. — *A. Boutaric* et *M. Roy* (prés. par M. C. Matignon). — **Influence des rayonnements radioactifs sur la floculation des colloïdes.**

Les expériences semblent devoir s'interpréter par une action sensibilisatrice des rayons β du radon ayant traversé le tube de verre ou émis directement dans le mélange floculant par l'eau radioactive; ces rayons β favoriseraient la neutralisation des granules positifs en présence d'électrolyte. Il ne semble pas que les rayons β secondaires produits dans le mélange floculant par les rayons γ interviennent d'une manière appréciable dans le phénomène.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *P. Süe* (prés. par M. C. Matignon). — **Dosage du niobium par l'orthooxyquinoléïne.**

Ce mode de dosage est nouveau. Le niobium est précipité quantitativement par l'orthooxyquinoléine en milieu oxalique sous forme d'un produit jaune citron, microcristallin, insoluble, se laissant filtrer et laver. L'auteur décrit le mode opératoire.

CHIMIE MINÉRALE. — *Guichard* (prés. par M. G. Urbain). — **Remarque sur le poids atomique de l'iode.**

L'auteur avait déterminé directement le poids atomique de l'iode à partir de l'anhydride iodique. Boxer et Butler, ayant dans les mêmes conditions trouvé un nombre plus bas que celui indiqué par M. Guichard avaient conclu que l'anhydride iodique n'était pas recommandable. M. Guichard discute cette opinion et croit pouvoir conclure, à la suite de ses nouvelles recherches, que l'emploi de cette substance peut cependant être recommandé.

— *A. Tchakirian* (prés. par M. G. Urbain). — **Préparation de l'iodure germaneux et action du nitrate d'argent sur les dérivés halogènes du méthane.**

La préparation a été effectuée par addition à froid d'une solution acide d'iodure de potassium à un solution acide de chlorure germaneux obtenu en traitant l'hydrate germaneux par HCl concentré : il y a formation d'iodure germaneux GeI^2. La réaction de formation peut être formulée :

$$2CH^3I + GeCl^2 = GeI^2 + 2CH^2Cl$$

CHIMIE ORGANIQUE. — *C. Matignon, H. Moureu* et *M. Dodé.* — **Sur les causes de la production simultanée du butène — 1 et du butène — 2 au cours de la déshydratation catalytique de l'alcool butylique par l'alumine.**

Il ressort des expériences effectuées que l'on doit discerner deux processus bien distincts dans le mode d'action d'un oxyde, tel que l'alumine, sur un alcool, susceptible, par déshydratation, de donner simultanément naissance à plusieurs carbures isomériques : 1° Réaction de déshydratation avec formation normale de butène—1, due à l'oxyde lui-même ; 2° Réaction d'isomérisation se superposant à la précédente provoquée par des traces de catalyseurs acides présents dans l'oxyde mis en œuvre. On peut, à l'aide d'un seul oxyde, l'alumine par exemple eu suivant les modes de traitement que l'on fait subir à ce catalyseur, au cours de sa préparation, favoriser à volonté la formation soit du butène—1, soit du butène—2.

— *G. Emschwiller* (prés. par M. G. Urbain). — **Action du gaz iodhydrique sur quelques dérivés iodés des carbures d'hydrogène ; méthodes nouvelles de préparation de l'iodure d'éthylidène, de l'iodure de vinyle et du méthyliodoforme.**

— *Battegay* et *E. Hégazi* (prés. par M. Delépine). — **Le chlorure de thiourée, chlorure de l'acide thionecarbamique ou chlorure de thiocarbamyle.**

Les auteurs ont réalisé la formation de chlorure de thiourée ou d'acide thiocarbamique en engageant le gaz chlorhydrique, à l'abri de l'humidité, sur l'acide sulfocyanique libre dans l'éther. Ils indiquent le mode opératoire.

— *J.-B. Senderens.* — **Décomposition catalytique, en phase gazeuse, des éthers-sels des acides forméniques par la ponce sulfurique.**

Il se dégage de ces recherches que dans les éthers RCO. OR', les deux résidus R d'acide et R' d'alcool ont, dans la molécule d'éther, des attaches différentes, de telle sorte que R' forme avec SO^4H^2 le composé temporaire SO^4HR' d'où résulte R'—H tandis que R est directement détruit. De là vient que les mêmes résidus C^2H^5 et

C^3H^7, selon qu'ils tiennent la place de R' ou de R sont transformés catalytiquement par SO^4H^2 en carbures éthyliniques C^2H^4 et C^3H^6, ou sont directement détruits.

ANTHROPOLOGIE. — *Muller* et *Desmarez* (transm. par M. Calmette). — **Caractères microscopiques différentiels de l'os du cynocéphale adulte et de l'os humain.**

L'os du cynocéphale adulte étudié rentre dans les lois générales et se différencie nettement de l'os humain, dont le diamètre moyen est toujours supérieur à 25μ, et dont le nombre de canaux de Havers au millimètre carré est voisin de 8. Le cynocéphale se rapproche par ses caractères histologiques, beaucoup plus de l'os animal que de l'os humain.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *R. Furon* (prés. par M. Cayeux). — **Nouvelles observations sur l'extension du Crétacé et de l'Eocène dans la colonie du Niger.**

Le Cénomanien et le Turonien atteignent le 19° lat. N. vers l'Adrar Tazerzait. Le Crétacé supérieur, le Montien et l'Eocène inférieur paraissent avoir une extension un peu moindre, atteignant toutefois les environs du 18° lat. N. au plateau de l'Iridenbelen.

— *D. Schneegans* et *G. Emilianoff* (prés. par M. Jacob). — **Sur la présence des terrains tertiaires dans le Bassin du Gabon (Afrique équatoriale française).**

— *P. Urbain* (prés. par M. Jacob). — **Sur l'imperméabilité relative des sédiments plastiques vis-à-vis de l'eau de pluie, de l'eau de source et de diverses solutions alcalines.**

Etant données les propriétés colloïdales de l'halloysite qui forme la masse principale des argiles et des marnes, l'imperméabilité de celles-ci doit dépendre de la nature des ions présents dans l'eau qui circule à leur surface ou qui les imbibe. On a, pour le vérifier, filtré différents liquides sur une marne séchée à l'air, débarrassée de ses éléments détritiques par lévigation et pulvérisée. Les faits montrent : 1° Que les argiles et les marnes peuvent être imperméables à l'eau de pluie et très perméables aux eaux de sources dont la minéralisation s'oppose au gonflement de l'halloysite ; 2° Que le terme d'imperméabilité n'a qu'une signification relative. Il n'est légitime de l'appliquer à une formation géologique ou à un sol qu'autant que l'on précise la nature du liquide filtrant.

— *N. Menchikoff* (prés. par M. Jacob). — **Sur le Dévonien du Menakeb (Sahara occidental).**

Au Dévonien moyen, les facies néritiques, à Brachyopodes et à Polypiers, couvrent toute la plateforme continentale du Sahara marocain, tandis que les facies à Goniatites sont strictement localisés dans le sillon de la Saoura. Mais, dès le début du Frasnien, les faciès à Goniatites débordent largement vers l'Ouest sur la plateforme continentale, jusque vers le Ouahiba, où quelques Goniatites isolées s'associent encore au facies à Brachiopodes qui domine plus à l'Ouest.

— *G.* et *B. Choubert* (prés. par M. Jacob). — **Nouvelles observations tectoniques sur le massif du Tabor.**

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *H. Colin* et *J. Augier* (prés. par M. Molliard). — **Les glucides solubles de *Lemanea nodosa* Kütz.**

Cette algue d'eau douce renferme du floridoside, galactoside du glycérol, extrait antérieurement des Rhodymenia palmata. Il y est accompagné de tréhalose ; ce sucre n'avait pas encore été caractérisé avec certitude chez les algues.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *A. Desjardins* (prés. par M. Bazy). — **Sur les vibrations tourbillonnaires de l'organisme.**

Les faits anatomiques et physiologiques, le contrôle photographique, montrent que la circulation du sang et de l'urine s'écoulent suivant une marche hélicoïdale ; il en est de même en ce qui concerne la circulation biliaire et la circulation pancréatique. Les dispositions anatomiques du tube digestif, de la trompe de Fallope, du col utérin, conduisent à une conception identique pour la circulation des solides ; l'air traverse les voies respiratoires avec un mouvement de tourbillon. Tout ce qui circule dans l'organisme le fait suivant une loi hélicoïdale, notion qui n'a pas encore été signalée. Il en résulte cependant des conséquences importantes, car toutes les cellules de notre organisme participent également à ce mouvement vibratoire. Elles vibrent selon une certaine longueur d'ondes qu'on peut mesurer. On arrive à déterminer des chiffres moyens de longueurs d'ondes, normaux ou pathologiques. Ces mensurations démontrent que des lésions identiques se traduisent toujours par des variations identiques de longueurs d'ondes : chaque métabolisme présentant une longueur d'ondes qui lui est propre et qu'on peut qualifier de spécifique.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *E. Donard* et *H. Labbé.* (prés. par M. Desgrez). — **Sur la coexistence dans les radicelles d'Orge de corps hyperglycémiants et hypoglycémiants.**

Dans les extraits de radicelles d'orge, deux principes hyperglycémiants ont été caractérisés : la mannite, qui proviendrait d'une fermentation alcoolique des décoctés de radicelles d'orge, l'hordénine dont l'action hyperglycémiante a déjà été signalée par Tanret.

— *R. Guillemet* et *C. Shell* (prés. par M. Desgrez). — **Le soufre du Blé ; sa nature et sa répartition. Corrélation. entre le rapport soufre-azote dans le Blé et la valeur boulangère de la farine.**

Presque tout le soufre des blés appartient aux protides. Les protides insolubles ont une teneur en soufre sensiblement constante et indépendante du blé. Les protides solubles sont d'autant plus riches en soufre que le blé fournit une plus mauvaise farine. La valeur boulangère de la farine diminue à mesure que le rapport soufre-azote du blé devient plus élevé.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *A. Pacaud* (prés. par M. Mesnil). — **Essai d'élevage de Cladocères, en milieu synthétique.**

Dans l'eau distillée, la survie des deux espèces étudiées : *Moinio brachiata* et *Simodaphnia vetula* est, en moyenne, respectivement : de vingt-deux heures et quinze heures. L'addition de chlorure de calcium (1,4 pour 10.000) prolonge la survie de plusieurs jours, davantage à température plus basse (18-19° au lieu de 25-25°). En doublant la dose de chlorure de calcium, la survie diminue. Il n'y a aucun phénomène de reproduction. L'addition de gélatine au milieu précédent augmente la survie, et la reproduction parthénogénétique apparaît parfois. Les résultats sont plus constants avec le glycocolle ou la lysine, qu'avec la gélatine, produit non défini chimiquement. Il apparaît des phénomènes incomplets de reproduction. Les substances aminées nécessaires à l'apparition des œufs parthénogénétiques ne sont probablement pas suffisantes pour produire le développement complet de ces œufs.

MÉDECINE. — *G. Ménier* (prés. par M. d'Arsonval). — **Recherches sur la purification de l'air. Appareil purificateur**

On emploie une toile mobile, imprégnée d'eau de baryte, se déplaçant devant un ventilateur. La purification chimique de l'air est pratiquement complète après trente minutes. L'atmosphère est débarrassée des germes en suspension après trente-quatre minutes. L'inconvénient du procédé consiste dans l'accroissement de l'état hygrométrique de l'air ; il pourrait être diminué par l'emploi d'un liquide purificateur à faible tension de vapeur.

M. Mascré.

Séance du 10 avril 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Drach.* — **Sur les congruences de droites et leurs surfaces focales.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *J.-C. Vignaux* (prés. par M. E. Borel). — **Sur la méthode de sommation de M. Edouard Le Roy.**

— *E. Kogbetlianz* (prés. par M. E. Borel). — **Expression approchée du polynome de Laguerre $L_n^{(\alpha)}(x)$.**

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *A. Appert* (prés. par M. E. Borel). — **Sur les ordres de séparabilité dans les espaces abstraits.**

THÉORIE DES GROUPES. — *D. van Dantzig* (prés. par M. E. Cartan). — **Groupes monoboliques et fonctions presque périodiques.**

THÉORIE DES PROBABILITÉS. — *S. Bernstein.* — **Sur l'équation différentielle de Fokker-Planck.**

GÉOMÉTRIE. — *J. Mirguet* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur certains ensembles de droite.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *P. Menké* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur une déformation projective des complexes tétraédraux.**

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *P. Menké* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur une déformation projective des complexes tétraédraux.**

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *M. Serruys* (transm. par M. J.-L. Breton). — **Monographe optique à faible inertie.**

ASTRONOMIE. — *G. Lemaître* (prés. par M. Fabry). — **La formation des nébuleuses dans l'univers en expansion.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *E.-M. Antoniadi* (prés. par M. Esclangon). — **Sur quelques changements récemment observés sur la planète Mars avec la lunette de 0 m. 83 de l'Observatoire de Meudon.**

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *L. Brillouin.* — **Comment interpréter la supraconductibilité ?**

MÉTROLOGIE. — *A. Pérard* (prés par M. Fabry). — **Elimination de l'erreur de parallaxe dans les thermomètres de précision.**

Pour éviter l'erreur de parallaxage, la méthode usitée présentant certaines difficultés, il semble très simple de doubler la graduation du thermomètre, suivant deux génératrices diamétralement opposées de la tige. La position d'un degré quelconque est définie par le point où le plan, qui contient les traits correspondants dans les deux échelles, coupe l'axe du tube. Pour faire une lecture exacte, sans crainte de parallaxe, il suffit de placer l'œil de façon que les deux traits de la même échelle encadrant l'extrémité de la colonne mercurielle se projettent exactement sur leurs homologues de l'échelle opposée.

PHYSIQUE. — *G. Allard* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le calcul des moments électriques.**

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Lew Kowarski* (transm. par M. J. Perrin). — **Mouvement des gouttes liquides sur les cristaux en croissance.**

Le fait qu'une goutte peut rester en surfusion, tout en étant en contact apparent avec le solide, semble montrer que ce contact est indirect et qu'il existe une couche superficielle qui s'interpose entre la goutte et le cristal. Les mouvements de la goutte, avec leur prédilection pour les arêtes et pour les angles, suggèrent eux aussi l'existence de courants superficiels, qui entraîneraient la goutte et qui seraient dirigés le plus souvent du point d'attache avec le côté opposé de la périphérie. Enfin, il est certain que la présence d'une goutte peut activer localement la croissance, soit que la goutte provoque une surconcentration locale de la couche superficielle, soit qu'elle catalyse les échanges entre la vapeur et le solide.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *P. Auger* et *G. Monod-Herzen* (transm. par F. Perrin). — **Sur les chocs entre neutrons et protons.**

Cette étude montre nettement l'existence d'un groupe de neutrons lents, puisque des neutrons rapides ne pourraient projeter des protons de faible vitesse suivant leur propre direction. Ces neutrons lents peuvent provenir de la source, ou bien être produits lors de la diffusion elle-même par des chocs inélastiques des neutrons rapides sur les noyaux.

— *I. Curie* et *F. Joliot* (prés. par M. Maurice de Broglie). — **Contribution à l'étude des électrons positifs.**

PHOTOGRAPHIE. — *G.-A. Boutry* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Un densitomètre de précision à cellule photoélectrique.**

Ce densitomètre est destiné au dépouillement des clichés sensitométriques et en général à la mesure des facteurs de transmission. Il mesure toutes les densités optiques inférieures à 5. Les mesures dans le bleu et le violet à l'aide de cellules de potassium ne sont toutefois exécutables que jusqu'à la densité 4.

ÉLECTRICITÉ. — *H. Abraham* (prés. par M. P. Villard). — **Les lois d'actions à distance en électricité.**

Les forces électriques ne peuvent être calculées au moyen de lois d'actions à distance qu'en admettant que ces actions se transmettent au travers des corps matériels comme si la matière n'existait pas, et l'on ne peut utiliser dans le calcul qu'un seul coefficient d'attraction, celui du side. Il en est de même pour les forces exercées dans les champs magnétiques.

ÉLECTRONIQUE. — *R. Forrer* (trans. par M. Pierre Weiss). — **Electrons interatomiques dans les réseaux cristallins.**

OPTIQUE. — *A. Sesmat.* — **Sur une forme nouvelle de l'expérience de Michelin.**

L'auteur montre l'intérêt que présenterait une expérience de Michelson dans laquelle les deux rayons, ou paquets de rayons perpendiculaires, accompliraient chacun une partie notable de leur trajet dans l'eau, par exemple, ou dans le sulfure de carbone

RADIOACTIVITÉ. — *C. Chamié* (trans. par M. J. Perrin). **Sur l'expansion des atomes de recul radioactifs dans l'air.**

Il semble que les atomes projetés par recul diffusent dans l'air et que le nombre d'atomes qu'un récepteur peut recueillir décroît exponentiellement avec la distance.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Muller* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'abaissement du point d'eutexie dans le cas d'une eutectique ternaire.**

— *F. Bourion* et *E. Rouyer* (prés. par M. G. Urbain). — **Détermination cryoscopique de l'hydratation globale des ions du chlorure de potassium.**

— *R. Wolff* (prés. par M. A. Desgrez). — **Phénomènes électrochimiques de la décomposition catalytique de l'eau oxygénée par le platine.**

CHIMIE ANALYTIQUE. — *J. Barlot* (prés. par M. G. Urbain). — **Nouvelle méthode d'analyse des schistes bitumeux.**

La méthode indiquée par M. Barlot confirme le fait que l'huile ne préexiste pas dans le schiste, où il y a seulement les éléments nécessaires pour lui donner naissance ; sa composition sera fonction de la façon dont on réalisera la pyrogénation.

Le schiste n'est pas une roche d'imprégnation comme les sables pétrolifères ; c'est une roche mère, peut-être même la roche mère fondamentale du pétrole.

CHIMIE ORGANIQUE ANALYTIQUE. — *G. Allard* (prés, par M. Urbain). — **Dosage réfractométrique des acides organiques.**

Les neuf premiers termes de la série des diacides peuvent être dosés réfractométriquement dans leur mélange, à l'état d'acide ou de sel alcalin, en précipitant d'abord par l'acétate de plomb, en filtrant et lavant le précipité obtenu, en étendant le filtrat à volume connu et en précipitant par l'acétate mercurique.

L'auteur est conduit à diviser les diacides en deux groupes : 1° les acides oxalique, malonique, succinique, azélaïque et sébacique précipités par l'acétate de plomb ; 2° les acides glutarique, adipique, pimélique et subérique précipités par l'acétate mercurique.

EFFET RAMAN ET CHIMIE. — *B. Gredy* (prés. par M. C. Matignon). — **La liaison acétylénique. Etude de quelques carbures acétyléniques bisubstitués.**

L'existence de deux raies caractéristiques de la fonction acétylénique paraît très générale pour les carbures bisubstitués.

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Emiel.* — **Sur la combustion lente du benzène.**

L'auteur a étudié l'oxydation du benzène chauffé avec l'oxygène en tubes scellés, en pyrex suivant une méthode qu'il indique. Les résultats sont exposés à l'aide de graphiques.

— *J.-A. Gautier* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur le N-hydroxyéthyl-α-pyridone et quelques-uns de ses dérivés.**

— *F. Kayser* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur les deux triphényl-1.2.3-propanols-1-diastéréo-isomères. Obtention exclusive de chacun d'eux à partir des oxydes de stilbène et d'isostilbène.**

Chacun des deux alcools diastéréoisomères

$$C^6H^5\ (C^6H^5CH^2)\ CH.\ CHOH.\ C^6H^5$$

a pu être obtenu à l'état racémique, l'un par l'action du chlorure de magnésium benzyle sur l'oxyde d'isostilbène inactif, l'autre par action du même réactif sur l'oxyde de stilbène racémique. Leur oxydation conduit à la même cétone, la benzyldésoxybenzoïne.

— *Ch. Prévost* (prés. par M. Delépine). — **Sur un complexe iodo-argento-benzoïque, et son application à l'oxydation des combinaisons éthyléniques en α glycols.**

Le complexe $(C^6H^5CO^2)$ Ag I cristallise par refroidissement de sa solution benzénique ; sec il est relativement stable. L'eau le détruit lentement à froid, rapidement à l'ébullition avec formation d'acide benzoïque, d'iodure d'argent et d'oxygène. Il se comporte comme un oxydant énergique. La propriété la plus importante est sa décomposition en présence des combinaisons éthyléniques, d'où une méthode générale pour passer des combinaisons éthyléniques aux α-glycols correspondants.

MINÉRALOGIE. — *J. Barthoux.* — **Lapis-lazuli et rubis balais des cipolins afghans.**

Ces cipolins souvent très minéralisés se trouvent en bancs épais dépassant 40 mètres. C'est en eux que se trouvent, notamment, les gites de lapis-lazuli du Badakstan et le rubis balais de cette province ou de Djagdalik.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *M. Gignoux* et *L. Morel.* — **Les unités structurales internes de la chaîne alpine entre le Pelvoux et la Durance.**

Ces unités sont, de l'Ouest à l'Est : la zone ou nappe de l'Embrunais, la zone du Briançonnais (s. str.), celle des schistes lustrés.

— *Mlle E. David* (prés. par M. Douvillé). — **Note sur l'Oligocène et le Burdigalien de la Syrie septentrionale.**

L'étude des grands Foraminifères rapportés de la Syrie septentrionale permet de signaler, pour la première fois : des formations marines oligocènes en Syrie (dans la région de Palmyre), des Miogypsines entraînant l'existence du Burdigalien marin dans la vallée de l'Afrine (Nord-Ouest d'Antioche) où l'on ne connaissait jusqu'ici que du Vindobonien ; des Lépidocyclines dans le Liban ; celles-ci conduisent à préciser l'âge burdigalien des formations de Haïsaran ; or, seul le Vindobonien était connu jusqu'ici sur les côtes syriennes et libanaises.

— *P. Corbin* et *N. Oulianoff* (prés. par M. Jacob). — **Sur l'inclinaison des lames de granite dans le massif du Mont-Blanc.**

La surélévation, au tertiaire, de la masse du Mont-Blanc, résulte d'un empilement oblique des lames qui glissaient les unes sur les autres, déterminant ainsi des zones d'écrasement. D'une façon générale, ces lames sont plus penchées près de la bordure Nord-Ouest, se redressant jusqu'à la verticalité dans le voisinage de la bordure Sud-Est. Cependant, les variations sont plus complexes dans le plongement des lames, sans avoir aucun rapport avec le prétendu éventail du Mont-Blanc.

PHYSIOLOGIE. — *J. Basset*, *Mmes E. Wollman*, *M. A. Maehebœuf* et *Bardach* (prés. par M. Roux). — **Études sur les effets biologiques des ultra-pressions ; action des pressions très élevées sur les bactériophages et sur un virus invisible (virus vaccinal).**

Les divers bactériophages étudiés se sont montrés sensibles aux pressions élevées ; le plus sensible est le bactériophage staphylococcique ; il est détruit à 3.000 et même 2.000 atmosphères (quarante-cinq minutes de traitement) ; la destruction totale des bactériophages du Bacille typhique et du Bacillus subtilis n'est obtenue qu'à 7.000 atmosphères. En présence des bactéries correspondantes, les bactériophages sont moins sensibles. Le virus vaccinal est inactivé après exposition de quarante-cinq minutes à 4.500 atmosphères. Bactériophages et virus vaccinal sont donc beaucoup moins résistants, vis-à-vis des hautes pressions, que les diastases ou les toxines mi-

crobiennes qui ne sont inactivées que par des pressions supérieures à 10000 atmosphères.

BIOLOGIE. — *E. Roubaud* (prés. par M. Bouvier). — **L'anhydrobiose désertique et son influence sur le cycle annuel du criquet pélerin (*Schistocerca peregrina*).**

Tandis que des criquets maintenus en atmosphère humide peuvent parvenir rapidement et sans arrêt à la reproduction, il n'en est pas de même des criquets adultes, mais encore immatures, maintenus dans une atmosphère sèche, comparable à celle des régions désertiques. Ils cessent d'évoluer et peuvent être conservés ainsi pendant des mois sans atteindre la maturité sexuelle. Cet arrêt d'activité cesse quand on transporte les insectes en atmosphère humide ; ils deviennent alors capables d'accouplement et de ponte. Ces faits expliquent le rythme des invasions. L'anhydrobiose désertique exercerait une autre influence ; agissant comme repos réactivant, elle conserve aux bandes de migration leur puissance expansive ; les générations obtenues sans cet arrêt perdent le caractère gregaria pour prendre le type *dissocians* ou *flaviventris*.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *H. Bordier* (prés. par M. d'Arsonval). — **Le phénomène de Merget peut être produit par la vaporisation de corps solides.**

Un corps poreux humide soumis à un échauffement suffisant devient le siège d'un mouvement de sortie de l'eau d'imbibition, avec mouvement de rentrée du gaz ambiant. Ces phénomènes se réalisent sans échauffement avec des liquides de point d'ébullition inférieur à 40°, comme l'éther. Ils ont lieu également avec des corps solides facilement vaporisables comme le camphre et l'iode, sous réserve d'un échauffement suffisant.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Mme Y. Khouvine* (prés. par M. Bertrand). — **Synthèse de cellulose par l'*Acetobacter xylinum* à partir de la mannite et de la sorbite.**

Le microorganisme étant cultivé sur mannite ou sorbite, les divers dosages effectués conduisent aux constatations suivantes. On retrouve pratiquement tout le carbone initial. Après vingt et un jours, l'oxydation de la sorbite est complète, non celle de la mannite. Le poids de cellulose produit est de 19,11 % avec la mannite, de 1,60 % avec la sorbite ; les poids de sucre sont respectivement : 54,95 %, 88,96 %. L'Acetobacter xylinum brûle d'une façon banale plus de mannite que de sorbite. Tous les corps retrouvés sont formés par oxydation ; on peut penser que l'énergie ainsi libérée est suffisante pour permettre au microorganisme de former synthétiquement de la cellulose à partir de la mannite et de la sorbite.

— *M. Polonowski, P. Boulanger* et *G. Brizard* (prés. par M. Desgrez). — **L'ammoniophanérèse pancréatique.**

Les auteurs avaient démontré, antérieurement, que le rein libère de l'ammoniaque aux dépens d'un composé intermédiaire. Ils établissent l'existence d'un rôle analogue du pancréas. Après introduction de sel ammoniacal dans la circulation générale du chien, le taux d'ammoniaque de la veine efférente du pancréas est notablement supérieur à celui de l'artère. Le sang de la veine pancréatico-splénique accuse même une teneur en ammoniaque souvent supérieure à celle du sang de la veine rénale prelevé au même instant. On peut considérer que, si l'élimination de l'ammoniaque à un taux de concentration supérieur à celui du sang reste une fonction essentiellement rénale, l'ammoniophanérèse est un phénomène physiolcgique d'ordre plus général.

MÉDECINE. — *A. Jellinek* (prés. par M. d'Arsonval). — **Mesures de température à l'intérieur de l'œuf se trouvant dans le champ électrique des ondes ultra-courtes.**

Des œufs de Perroquet placés dans un champ oscillant accusent une température inférieure (mesurée thermoélectriquement) de 28°-29° C, supérieure de 2° environ à la température ambiante. Les œufs sont portés à développement à 29° C dans le champ oscillant ; en couveuse, il faut atteindre une température de 39°. Cela prouve que, conformément à l'idée de d'Arsonval, l'action principale des ondes ne consiste pas en chaleur, mais en action spécifique.

R. Mascré.

NOUVELLES

Vie scientifique et universitaire

Académie des Sciences. — M. Franck Schlesinger a été élu Correspondant pour la section d'Astronomie en remplacement de M. Turner, décédé.

— MM. E. Fichot et J.-B. Charcot ont été désignés pour représenter l'Académie à la commémoration du bicentenaire de la naissance du Chevalier de Borda, à Dax, les 3, 4 et 5 juin 1933.

Observatoire de Lyon. — Le poste de directeur de l'Observatoire de Lyon est déclaré vacant.

Un délai d'un mois, à partir du 17 mai, est accordé aux candidats pour produire leurs titres.

Congrès de Radiologie. — Le IVe Congrès international de Radiologie aura lieu à Zurich du 24 au 31 juillet 1934, sous la présidence du Professeur Dr Hans R. Schinz.

Comme membres du Congrès sont admis : 1° les membres des sociétés de Radiologie de tous les pays ; 2° les personnes proposées par une de ces sociétés.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. le Professeur ter Meulen, de la Technische Hoogeschool de Delft a fait du 8 au 13 mai, cinq conférences sur « *Les nouvelles méthodes d'analyse chimique organique par hydrogénation.* »

Université de Lille. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Doumer, Professeur de thérapeuthique est transféré dans la Chaire de Pathologie interne et expérimentale et clinique des maladies de l'appareil digestif, en remplacement de M. Surmont, nommé Professeur honoraire.

— La Chaire de Zoologie médicale et pharmaceutique est transformée en Chaire de Zoologie et Parasitologie. M. Lavier, Agrégé est nommé Professeur de la nouvelle Chaire, en remplacement de M. Desoil.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Rouen. — Un concours pour l'emploi de Professeur suppléant de la chaire de Pharmacie galénique et Matière médicale, s'ouvrira le mardi 14 novembre 1933, devant la Faculté de Pharmacie de Paris.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Données numériques de Spectroscopie (Emission, absorption, électromagnétiooptique). Extrait des volumes VIII (1927-1928) et IX (1929) des *Tables Annuelles de Constantes* (A. T. C.), rédigé par M. P. Bruninghaus (Paris), V. Henri (Liège), Prof. Wolfers (Alger). In-4° de 1.397 pages. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, 55, quai des Grands-Augustins, Paris (6e). — Prix : relié, 300 fr. ; broché : 270 francs.

Données numériques d'Electricité, Magnétisme, Electrochimie, extrait des volumes VIII (1927-1928) et IX (1929) des *Tables Annuelles de Constantes* (A. T. C.), rédigé par : M. P. Auger (Paris), G. Foex et L. Néel (Strasbourg), N. Marinesco (Paris), Schnorf (Lausanne), Thon (Paris), Wolfers (Alger). In-4° de 503 pages. Gauthier-Villars et Cie, éditeurs, Paris (6e). — Prix : relié, 200 francs ; broché, 170 francs.

Le Comité de publication des Tables Annuelles de Constantes et Données numériques réunit dans des volumes séparés les données qui intéressent plus particulièrement chaque science et qui se trouvent épars dans les différentes parties des Tables annuelles. Les chercheurs ont ainsi sous la main un instrument de travail très précieux, sans être obligés de conserver une masse de documents qui leurs sont étrangers. Les deux extraits que nous signalons à nos lecteurs rendront le plus grand service aux physiciens.

J. B.

Tables of Cubic Crystal Structure, par L.-E. Knaggs, B. Karlik et C.-F. Elam. In-8° de 90 pages, publié par Adam Hilger Ltd, 98 Kings Road, Camden Road, London, 1932.

Sous ce titre vient de paraître un recueil de constantes appelé à rendre les plus grands services à ceux qui pratiquent l'analyse par les spectres de rayons X.

L'ouvrage est divisé en deux parties. La première due à MM. Knaggs et Karlik s'occupe d'un grand nombre de substances minérales (éléments et combinaisons) et de quelques produits organiques ; la seconde, établie par M. Elam, traite plus particulièrement des alliages.

Les auteurs ont recherché tous les documents relatifs aux déterminations de structures cristallines par rayons X qui se trouvent éparpillés dans de multiples livres et revues. Ils ont extrait de ces publications les principales constantes et les ont rassemblées sous une forme aisément utilisable. Une bibliographie très complète accompagne chacun des corps étudiés, permettant ainsi au chercheur qui le désirerait de retrouver facilement dans les mémoires originaux les renseignements particuliers dont il pourrait avoir besoin.

Daniel Bodroux.

Photographie stéréoscopique, par A. Maitre. In-16 de 177 pages et 27 figures, avec planches hors texte. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 25 francs.

La vision stéréoscopique repose sur des phénomènes optiques et physiologiques qu'il faut connaître si l'on veut réussir le mieux possible la photographie stéréoscopique. Sans en entreprendre un exposé trop théorique et trop aride, l'auteur les fait connaître à l'amateur photographe, et en déduit des conseils pratiques sur l'exécution des stéréogrammes et le choix du matériel. J. B.

Les grandes Inventions françaises, par A. Boutaric, professeur à l'Université de Dijon. In-8° de 405 pages. Les Editions de France. — Prix : 25 francs.

L'idée directrice de l'auteur est de montrer, combien l'humanité est redevable au génie français, dans toutes les branches du progrès. Il n'y a peut-être pas une seule invention où on ne retrouve les savants et les ingénieurs de notre race. Sans doute, il faut avoir le courage de reconnaître que l'application industrielle a trop souvent été négligée ou entreprise trop tardivement dans notre pays, et que le Français, excellent précurseur, n'est pas toujours un réalisateur. Si le développement de notre pays a souffert de cet état de choses, il n'en est pas moins vrai que la France a le droit d'être fière de son génie.

Depuis soixante ans le progrès matériel a marché à pas de géant et, de plus en plus, il suit de près les recherches de laboratoire. Le cas de Gramme ou de Monnier, inventeurs sans culture scientifique, deviendra très rare. Tous nos grands réalisateurs actuels possèdent une solide éducation scientifique et technique, ce qui n'implique d'ailleurs pas la réciproque.

Ce livre d'un sujet si vaste est à la portée de tous. Des explications sommaires et claires sur l'invention en elle-même accompagnent son historique. Voici la liste des sujets traités : l'utilisation des énergies naturelles, les moteurs thermiques, la conquête de l'électricité, la production et les applications du froid, chimie et métallurgie, les moyens de locomotion la reproduction des sons, la photographie et la cinématographie, les merveilleuses applications des ondes hertziennes. Comme on le voit, ce livre embrasse toute l'activité humaine.

Mais après avoir chanté les louanges du progrès, il est juste de reconnaître qu'il est la cause de bien les souffrances et que notre pays a eu le bonheur d'être un des moins atteint par les vices du machinisme à outrance.

Ch. F.

La Transplantation animale, par Raoul M. May. In-8° de 302 pages. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris.

La question de la transplantation animale ou greffe animale a fait l'objet de très nombreux travaux à la fin du siècle dernier et au début de celui-ci. Cette technique de la greffe qui a permis d'élucider un certain nombre de problèmes d'ordre biologique concernant les embryons ou les adultes, présente une importance considérable au point de vue des applications à la chirurgie humaine.

L'auteur envisage le problème dans son ensemble et, au cours des quinze chapitres qui composent ce livre, il indique avec beaucoup de détails un grand nombre d'essais tentés sur des animaux qui appartiennent à des groupes très variés.

Tout d'abord il examine rapidement les greffes obtenues chez les Protozoaires et les embryons d'Invertébrés (Spongiaires, Cœlentérés, Echinodermes). L'embryon de Batraciens, ayant donné lieu à de très nombreuses expériences, retient, durant sept chapitres, l'attention de l'auteur qui indique au début les méthodes de greffes employées pour les embryons de Batraciens. Puis il passe en revue les essais de transplantation faits soit sur la gastrula soit sur l'embryon déjà bien formé (greffes de membres, de peau, de branchies, de queue, de viscères, de glandes, de moëlle épinière, d'organes des sens).

Après avoir mentionné les quelques tentatives de greffes faites sur les embryons d'oiseaux et de mammifères, l'auteur étudie le problème de la greffe chez les larves et les adultes des Invertébrés. Il rappelle les expé-

riences réalisées sur les Hydres, les Planaires, les Annélides, les Crinoïdes, les Insectes et les Ascidies. Mais, comme pour les embryons, c'est surtout sur la greffe pratiquée chez les Vertébrés jeunes et adultes que l'auteur va s'appesantir durant plus de 100 pages, étudiant tour à tour les greffes de peau, de viscères, de glandes sexuelles, d'yeux, etc...

Le problème de la greffe des yeux est particulièrement captivant à cause des conséquences qu'il peut avoir pour la guérison des aveugles.

D'après les nombreuses expériences faites, il semble qu'il n'y ait pas de doute que l'on puisse greffer l'œil des Vertébrés à température variable, en particulier celui des Batraciens et qu'une fois greffé le nouvel œil recouvre la vision. Par contre, chez les Mammifères, les essais de transplantation d'yeux semblent être négatifs. Cependant, en 1923, Kopponyi prétendit avoir réussi des greffes d'yeux sur des rats qui auraient recouvré la vue. Mais ces résultats positifs obtenus sur un très petit nombre de cas, ont besoin d'être vérifiés afin de pouvoir être prouvés, car de nombreux travaux parus depuis 1923 n'ont pas confirmé les résultats de Koppanyi. Somme toute, pour l'instant, le problème de la greffe de l'œil chez les Mammifères n'est pas encore élucidé.

L'auteur étudie ensuite le Parabiose ou greffe siamoïse, qui consiste à accoler l'un à l'autre par les enveloppes cutanées, deux animaux de telle sorte qu'il existe entre ces deux animaux des échanges nutritifs par suite de l'établissement d'une circulation commune.

Puis le problème de la greffe morte, célèbre depuis les travaux de Nageotte, retient particulièrement son attention. La greffe morte est constituée par du tissu conjonctif dont les cellules sont tout d'abord tuées par immersion dans l'alcool ou le formol. Une fois la greffe morte mise en place, les leucocytes du porte-greffe détruisent les parties mortes du greffon et de nouvelles cellules vivantes provenant du porte-greffe prennent la place des parties mortes tandis que des vaisseaux pénètrent dans le greffon. De tout cela il résulte que le greffon mort se comporte alors comme s'il avait été introduit vivant dans l'organisme.

Les expériences de greffes artérielles mortes, de Nageotte et Sencert, sont aussi pleines d'enseignement pour la chirurgie future, mais cette opération de greffes d'artères mortes n'est pas encore passée dans la pratique courante, car elle est très délicate et difficile à réussir. L'auteur consacre un chapitre spécial à la greffe de tissus d'embryons et de nouveaux-nés dans les tissus de Vertébrés jeunes et adultes et montre que ces greffes peuvent vivre dans le nouveau milieu qu'on leur impose.

Enfin, pour terminer ce livre très intéressant, l'auteur étudie les greffes de tumeurs malignes chez les Vertébrés jeunes et adultes. De semblables greffes ne peuvent réussir qu'entre animaux d'une même espèce et souvent même d'une même souche. On n'a pas pu greffer d'une façon durable des cancers humains chez d'autres Mammifères.

Le livre de R.-M. May est une excellente mise au point de nos connaissances actuelles sur les phénomènes de greffe chez les animaux, mise au point qui a d'autant plus de valeur qu'elle est faite par quelqu'un qui connaît très bien la question. A côté des travaux anciens, il est fait état des travaux les plus récents, ce qui montre, de la part de l'auteur, un effort considérable et un souci très grand de la vérité.

La riche illustration qui accompagne les différents chapitres, facilite beaucoup la lecture de ce livre et l'abondante bibliographie classée avec méthode à la fin de chacun d'eux, fait que cet ouvrage sera d'une utilité incontestable pour tous les savants que le problème des greffes animales intéresse.

P. MATHIAS.

Catalogue des plantes vasculaires de la Champagne crayeuse. (*Etudes sur la flore et la végétation de la Champagne crayeuse*, t. II), par J. LAURENT, avec la collaboration de A. DEVAUVERSIN et L. MAURY. In 8° de 269 pages. Orlhac, éditeur, Paris.

« Ce catalogue est la suite naturelle des études de M. J. Laurent sur la géographie botanique de la Champagne crayeuse, il aurait pu même en être le prologue, car pour interpréter la distribution des plantes dans une contrée, il est nécessaire d'en avoir établi, au préalable, la liste complète avec les stations qu'elles occupent. » Pour chaque espèce, chaque fois qu'il était nécessaire, on a indiqué l'existence des parasites cryptogamiques..

Sur 262 plantes vasculaires attaquées par les champignons, l'auteur en a relevé 177 portant un seul parasite. 53 en possède deux, et 32 seulement un plus grand nombre.

Souhaitons que de tels inventaires soient suivis prochainement d'études synthétiques sur la sociologie végétale de la Champagne crayeuse. Le groupement des espèces végétales soulève des problèmes d'une importance capitale, non seulement pour l'histoire du peuplement végétal, mais aussi pour la compréhension d'un grand nombre de questions forestières et agricoles.

L. H

Hygiène de l'Urinaire, par A. LAVENANT. In.-8° de 122 pages. (*Collection Hygiène et diététique*). Gaston Doin et Cie, éditeurs, Paris. — Prix : 12 francs.

Pour si variées que soient les affections de l'arbre urinaire, des règles communes d'hygiène, de soins, de régime leur sont applicables et, comme pour toutes les maladies chroniques, ces prescriptions ne prennent pas, dans le succès final, la moindre part à côté des administrations proprement dites.

C'est pourquoi, si ces dernières sont essentiellement du domaine médical, il est par contre excellent que le malade soit éclairé sur le principe, la raison d'être et la technique d'application de toutes les règles fort importantes qui touchent à la diététique, à la conduite de vie, aux soins journaliers, l'hygiène, etc... C'est ce que le lecteur trouvera exposé dans cet ouvrage de lecture agréable, aisée et toujours accessible, en une série de chapitres clairs, judicieusement ordonnés et consacrés, sans considérations théoriques qui ne seraient pas de mise ici, aux multiples affections pouvant intéresser le système urinaire.

Si le médecin, spécialisé ou non, peut attendre de ce livre de réels services par les renseignements multiples qu'il y trouvera, le malade lui-même ne peut manquer de prendre un grand intérêt à la lecture de ces pages qui lui serviront de guide pratique.

Dr DIDÉE.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 11 — 71e ANNÉE — 10 JUIN 1933

QU'EST-CE QUE LA MALADIE?

par Auguste LUMIÈRE
Correspondant de l'Institut et de l'Académie de Médecine

LES MYSTÈRES DE LA PATHOLOGIE.

Parmi les grands phénomènes qui dominent la médecine, nous rencontrons des énigmes pathologiques fort troublantes, dont les Traités ne donnent aucune explication et que les auteurs classiques ne paraissent pas même avoir soupçonnées.

Pourquoi, par exemple, une cause déterminée unique va-t-elle engendrer des affections chroniques essentiellement différentes, suivant les individus chez lesquels elle exerce son influence ?

C'est ainsi qu'à la suite d'une infection donnée, tel sujet présentera des accès d'asthme, tel autre souffrira d'une dermatose persistante ou de troubles gastro-intestinaux prolongés, tel autre sera atteint de migraine ou de coryza spasmodique, tel autre enfin verra éclater, toujours après la même cause infectieuse, des crises d'épilepsie, ou une maladie de Basedow, ou encore des accidents nerveux ou psychiques.

Un autre fait, non moins singulier, en quelque sorte corollaire du précédent, et que les ouvrages, n'expliquent pas davantage, concerne cette remarque que l'un des symptômes pathologiques, quel qu'il soit, parmi ceux que nous venons d'énumérer (prenons la crise d'asthme pour fixer les idées), peut survenir sous des actions causales les plus diverses ; cette crise peut être déclenchée aussi bien par une intoxication que par une infection, une dysfonction organique, une perturbation dans les réactions des glandes endocrines, un état anaphylactique, un traumatisme, une stase, une émotion !

N'est-elle point également troublante cette constatation que les médicaments les plus variés réussissent dans une même maladie ou encore que l'un quelconque de ces agents thérapeutiques va se montrer efficace contre les affections les plus disparates ?

Voici, à titre d'exemple, des accès asthmatiformes qui vont disparaître, chez certains malades, par désensibilisation anaphylactique, alors que ces mêmes accidents cèderont chez d'autres, par la médication hépatique ou endocrinienne, etc. Et si nous considérons l'un quelconque des procédés thérapeutiques, comme l'autohémothérapie, nous enregistrerons les succès de cette méthode tantôt chez des asthmatiques, tantôt chez des sujets atteints de furonculose, d'urticaire ou d'autres dermatoses, d'hémophylie, d'hémoglobinurie paroxystique, de coryza spasmodique ou de maints autres troubles chroniques.

Autre constatation tout aussi remarquable : les grands symptômes des maladies aiguës ont une ressemblance incontestable ; ils consistent toujours, à des degrés divers, en un dérègle-

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

ment des grandes fonctions de la vie organo-végétative : ils comportent des troubles vaso-moteurs et des états congestifs divers, avec altération des rythmes respiratoire et circulatoire, fièvre, éruptions, vomissements, diarrhée, désordres dans le régime des sécrétions glandulaires, manifestations motrices, sensitives ou psychiques, etc.

Les affections aiguës qui comportent ce même ensemble de troubles, plus ou moins prononcés, doivent donc avoir une certaine parenté par l'un des éléments au moins qui les engendrent.

Ces considérations, en apparence assez paradoxales, n'ont guère attiré l'attention des biologistes, puisque nous relevons, pour la première fois, la mention qui en est faite dans le remarquable Discours prononcé en 1932, par le Pr. Besançon, à l'occasion de l'ouverture du XXIII[e] Congrès français de médecine.

Cet éminent auteur reconnaît avoir été frappé par le spectacle troublant que nous offre la thérapeutique contemporaine, où l'on voit des médicaments, ne paraissant avoir aucun rapport entre eux, réussir dans un même cas, et il ajoute, en matière de conclusion :

« Des esprits malveillants ne verraient volontiers, dans cette polymédication, qu'incohérence, alors qu'en réalité notre étonnement ne tient qu'à la conception erronée que nous nous sommes faite de la notion de spécificité et, d'une façon plus générale, de la nature de la maladie. »

Mais quelle est donc cette nature de la maladie ? Quelles sont donc les raisons des remarquables particularités qu'elle présente et auxquelles nous venons de faire allusion ?

Le Pr. Besançon, ni aucun autre auteur, ne nous l'apprennent, et les grands Maîtres de la pathologie ne semblent pas s'en être préoccupé. Des centaines de générations de médecins se sont succédé, sans que les questions que nous venons de soulever aient été posées et, cependant, d'admirables savants et des génies incomparables ont jalonné la route du progrès dans le domaine de nos connaissances médicales !

Quelles peuvent être les raisons de cette carence ? La première explication qui vient à la pensée est que ces phénomènes sont d'observation si commune qu'ils ne retiennent point notre attention. Les faits exceptionnels fixent nos idées, tandis que ceux qui sont habituels et d'une extrême fréquence passent sans laisser de traces et échappent à nos réflexions.

Il est aussi, à notre avis, un second motif pour lequel les problèmes énigmatiques précités ont été laissés dans l'ombre : nous voulons parler de l'incuriosité des esprits résultant de l'application des méthodes pédagogiques en honneur à l'heure présente, principalement dans les sciences médicales.

La médecine comporte un champ d'acquisition immense dont l'étude est bien laborieuse et exige des efforts de mémoire inestimables. Les personnalités qui dirigent le mouvement médical, qui ont accédé aux situations élevées dans les Facultés ou les Hôpitaux, ont consacré d'interminables années à la préparation des concours et à l'assimilation d'une foule de questions complexes qui sont présentées, la plupart du temps, comme des dogmes définitifs, alors que nombre d'entre eux ne sont que partiellement exacts, quand ils ne sont pas complètement erronés. Or, l'habitude de croire que les problèmes envisagés sont résolus, détruit toutes velléité de recherche nouvelle.

La notion du doute, qui doit être à la base de la méthode scientifique, est anéantie par l'enseignement dogmatique qui fait perdre tout esprit de curiosité.

Telles sont, à notre avis, les deux principales causes pour lesquelles les phénomènes apparemment singuliers dont il vient d'être question n'ont pas éveillé la sagacité des pathologistes.

Ayant été frappé par ces faits depuis de longues années, puisque nous en avons conçu l'explication en 1921 (1), le raisonnement suivant nous était venu à l'esprit antérieurement à cette époque : pour que des causes pathogéniques aussi différentes qu'une infection, une intoxication, une dysfonction organique ou endocrinienne, un traumatisme, etc., engendrent parfois la même maladie, il faut nécessairement qu'un facteur commun intervienne dans l'effet univoque que ces causes déterminent. Pour qu'une médication donnée produise des effets curatifs dans les affections les plus diverses, il est évident que toutes ces affections doivent présenter aussi un facteur commun, sur lequel le procédé thérapeutique exerce son action.

Dans ces arcanes, il y a forcément un lien qui réunit les phénomènes, pour leur conférer un même caractère et, ce lien nous l'avons découvert.

De ce fait, nous avons non seulement pu comprendre la raison des rapports que les maladies ont entre elles, la communauté de leur symptomalogie, la polyvalence des procédés thérapeutiques qui leur sont applicables, mais nous avons encore, du même coup, dévoilé le mécanisme d'un grand nombre de faits physiologiques et pathologiques qui étaient restés antérieurement impénétrables.

La théorie colloïdale.

Tout d'abord, nous avons remarqué que les cellules composant les tissus des êtres vivants

(1) Auguste Lumière. Le rôle des colloïdes chez les êtres vivants. Paris 1922. Masson et Cie, éditeurs.

aussi bien que les humeurs renfermées dans le sang, la lymphe et les liquides interstitiels sont formés de matériaux qui sont à un état particulier, appelé *état colloïdal*, parce que l'aspect, la consistance, les propriétés et le comportement de ces matériaux constitutifs rappellent ceux d'une solution de colle.

La vie n'existe pas en dehors de l'état colloïdal. Etant donné qu'il y a là une condition indispensable à la vie, n'est-il pas probable, certain même, que la perte de cet état colloïdal, portant sur les éléments organiques ou humoraux de l'être vivant, doit en troubler les fonctions ?

Il importe donc de savoir comment se traduit la destruction de la colloïdité et quelles en peuvent être les conséquences.

L'architecture colloïdale n'est détruite que par précipitation, par floculation, par la formation de particules solides, sous certaines influences physiques, chimiques, ou sous l'action de réactifs déterminés, ces particules s'agglomérant généralement sous forme de flocons.

Quand la floculation frappe le protoplasma cellulaire, la cellule meurt aussitôt. Mais examinons ce qui se passe lorsque certaines portions des colloïdes du plasma sanguin viennent à être détruites par précipitation :

Il nous est facile de nous rendre compte des effets produits par les floculats qui prennent naissance dans le torrent circulatoire : injectons, pour cela, dans les vaisseaux d'un animal, un précipité finement divisé, tel qu'une suspension de sulfate de baryum dans le sérum physiologique ou des particules de carbone extrêmement ténues, telles qu'elles se rencontrent dans l'encre de Chine ; ces préparations étant d'une inertie chimique complète, ne peuvent exercer leur influence que par un processus purement mécanique.

Si les éléments microscopiques injectés n'ont pas une forme arrondie, s'ils ont une structure physique irrégulière ou présentent des aspérités, comme c'est le cas du sulfate de baryum et de l'encre de Chine, leur pénétration rapide dans le sang va déclencher subitement tous les grands symptômes des maladies aiguës : on observera en premier lieu des phénomènes vaso-moteurs intenses. Les vaisseaux viscéraux se dilatent au point d'entraîner des états congestifs pouvant aller jusqu'aux suffusions sanguines intra-organiques et aux hémorragies ; la pression artérielle s'abaisse en même temps, les rythmes respiratoire et circulatoire sont plus ou moins profondément perturbés, ainsi que les fonctions sécrétoires des systèmes glandulaires : le prurit, le hoquet, la diarrhée, les vomissements, avec, quelquetois, convulsions, paralysies ou troubles de l'équilibre, etc..., surviennent à des degrés divers.

La présence subite, dans le torrent circulatoire, de corps insolubles, à un état de très grande division, est donc capable de provoquer tous ces désordres, c'est-à-dire de dérégler totalement l'équilibre des fonctions de la vie organo-végétative et l'extrême variété dans les modalités de ces perturbations sera en relation avec les formes et l'abondance des particules solides, en même temps que la vitesse de leur pénétration dans le réseau vasculaire ; leur constitution chimique n'intervient en aucune façon, puisque ce sont des éléments insolubles : *corpora non agunt nisi solula*.

Les mêmes manifestations surgissent quand pénètrent, dans la masse sanguine, des réactifs susceptibles de produire des floculations plasmatiques et fréquemment les mêmes phénomènes surviennent encore à la suite de l'introduction dans l'arbre circulatoire de colloïdes hétérogènes incompatibles, c'est-à-dire susceptibles de détruire l'état colloïdal de certains éléments du sang ; c'est ainsi qu'un extrait frais d'organe, un sérum d'un autre sujet peuvent parfois conduire aux mêmes effets.

Comment un tel dérèglement des fonctions vitales se produit-il par la seule présence dans la circulation de corpuscules solides de dimensions infimes, mais, il est vrai, en nombre considérable ?

Pour le concevoir, nous devons rappeler que le fonctionnement des organes est commandé par un réseau nerveux que l'on a désigné sous le nom de système nerveux sympathique ; la vie végétative est maintenue dans un merveilleux équilibre, grâce au jeu automatique des nerfs gris qui constituent ce système, dont les ramifications sillonnent tous les appareils organiques.

Des terminaisons de ce système aboutissent dans les tuniques internes des vaisseaux, dans la couché dite endothéliale, qui se trouve en contact direct avec le sang.

Entraînés par le courant sanguin, les floculats ou les précipités, qui sont accidentellement en suspension dans le milieu, viennent frictionner, irriter les filets nerveux terminaux du sympathique et, par les phénomènes réflexes qui constituent l'une des propriétés caractéristiques du tissu nerveux, entraînent un bouleversement plus ou moins important dans l'équilibre fonctionnel des organes.

Si l'excitation est soudaine et intense, il se produit aussitôt une sorte d'effondrement du tonus des vaisseaux, qui se dilatent d'une façon considérable ; les capillaires béants laissent le sang s'épancher dans les parenchymes, la pression artérielle tombe au point que l'irrigation de certains territoires, comme celui du bulbe, n'est plus assurée ; le coma et la mort en sont souvent la conséquence.

Quand l'action irritative des particules solides est moins brusque et plus ménagée, les accidents qui surgissent sont ceux que l'on observe dans les maladies aiguës et qui en constituent les grands symptômes mentionnés plus haut.

Enfin, la plupart du temps, les précipitations plasmatiques prennent naissance lentement, ou sont peu abondantes, elles n'entraînent plus alors les phénomènes du choc, ni les dérèglements fonctionnels caractérisant les affections aiguës ; elles seraient même parfaitement tolérées et n'occasionneraient, la plupart du temps, aucun accident pathologique si l'intégrité des vaisseaux et des organes qu'ils irriguent était complète, mais il arrive qu'en certaines régions, ces vaisseaux perdent leur élasticité et sont atteints de sclérose ou qu'ils acquièrent, du fait de lésions antérieures, une irritabilité particulière ; les précipités qui seraient inoffensifs par ailleurs, pourront alors provoquer localement, au niveau des tissus lésés et hypersensibles, des accidents plus ou moins importants d'allure chronique.

Si l'altération lésionnelle, responsable de l'hypersensibilité, a son siège au niveau du poumon, les floculats circulants, quelle que soit la cause de leur production, détermineront une crise d'asthme ; s'il se trouve que la glande thyroïde soit particulièrement excitable, pour une cause quelconque, héréditaire ou acquise, on pourra assister à l'éclosion d'une maladie de Basedow, quand cette glande sera excitée par les précipités ; elle deviendra hypertrophique et secrètera en trop grande abondance des hormones qui occasionneront des tremblements, des palpitations, avec tout le cortège des symptômes du goître exophtalmique : si la lésion locale préalable est située en un point de l'écorce cérébrale, les destructions colloïdales anormales, qui engendreront des floculations sanguines, pourront déclancher des crises d'épilepsie.

Les effets nocifs des précipités varient donc, dans ces cas, suivant le degré d'excitabilité des différents territoires.

Causes de la destruction de l'état colloïdal et de la formation de particules solides dans le sang.

Ayant montré les méfaits des précipités, il faut maintenant examiner les circonstances dans lesquelles ces précipités apparaissent au sein du plasma sanguin et nous allons constater que les causes provocatrices des troubles pathologiques sont précisément aussi celles dans lesquelles on observe la destruction des colloïdes plasmatiques et la formation de floculation dans le torrent circulatoire.

Ce sont d'abord, dans les infections, certains éléments colloïdaux des humeurs qui, comme Dold l'a fait remarquer le premier, précipitent, chez les animaux réceptifs, sous l'influence des toxines sécrétées par les microbes pathogènes.

Nombre de poisons disloquent de la même manière les colloïdes sériques en donnant des floculations humorales. Dans les traumatismes, l'écrasement des tissus réalise le mélange des colloïdes du plasma avec ceux des cellules et ce mélange entraîne encore la formation de précipités.

A la suite du fonctionnement défectueux des divers appareils organiques, principalement du foie et des glandes à sécrétion interne, ces organes déversent dans le sang des matériaux anormaux qui occasionnent encore des floculations.

Les facteurs émotifs peuvent être aussi à l'origine de précipitations sanguines génératrices d'accidents polymorphes, suivant un processus dont nous avons donné la clef ; à l'occasion d'une émotion violente, des phénomènes vaso-moteurs surgissent fréquemment, qui se traduisent par de la pâleur de la face ; à ce moment, il s'est produit une dilatation vasculaire, parfois énorme, de l'arbre circulatoire irriguant les viscères, qui entraîne aussitôt une chute considérable de la pression artérielle. Cette chute peut être telle que les centres nerveux, ne recevant plus en quantité suffisante, du liquide nourricier sanguin qui assure leur jeu normal, la syncope survient et, en même temps, à la faveur de ces manifestations vaso-motrices intenses, les liquides interstitiels passent, par osmose, dans le torrent circulatoire, se mélangent aux colloïdes plasmatiques en donnant des floculations.

Nos recherches sur l'anaphylaxie nous ont également conduit à cette conclusion que la substance déchaînant les accidents jouit de la propriété de précipiter les humeurs de l'individu sensibilisé.

Comme on le voit, les causes qui engendrent les maladies sont celles dans lesquelles il se produit des destructions colloïdales, qui se traduisent par des précipitations et ces précipitations, ainsi que nous l'avons démontré, sont capables de provoquer à leur tour tous les symptômes des maladies aiguës ou chroniques.

Nous avons synthétisé cet ensemble de constatations en énonçant l'aphorisme suivant :

L'état colloïdal est l'une des conditions essentielles et indispensables de la vie, la destruction de cet état, c'est-à-dire la floculation, détermine la maladie et la mort.

Explication des phénomèmes énigmatiques.

La thèse que nous venons d'exposer nous permettra maintenant de comprendre avec la plus grande facilité, les phénomènes pathologiques

qui, sans elle, demeureraient complètement mystérieux.

1° Une cause unique est capable d'engendrer les symptômes les plus divers, parce que cette cause est provocatrice d'une floculation et que cette floculation, lorsqu'elle n'est ni assez soudaine, ni assez abondante, pour déchaîner le bouleversement de l'équilibre de la vie organo-végétative, exerce son action irritative dans les territoires présentant une hypersensibilité particulière, du fait de l'hérédité ou d'altérations lésionnelles, préalables et essentiellement variables d'un sujet à l'autre.

2° Il arrive qu'un syndrome bien déterminé puisse surgir à la suite d'influences causales multiples et entièrement différentes, aussi bien après une infection, une intoxication, qu'à la suite d'une dysfonction hépatique ou endocrinienne, d'un traumatisme ou d'une émotion, et parce que toutes ces causes ont un effet commun qui est d'occasionner la désorganisation de quelques colloïdes dont la floculation est le témoin.

Quelle que soit la raison formative du floculat, ses méfaits s'exerceront toujours, chez le même individu, au niveau de l'organe hypersensible ;

3° Des traitements complètement distincts se montrent efficaces contre une même affection, parce qu'il y a plusieurs moyens de combattre les désordres déclanchés par les floculats : on peut tout d'abord chercher à les empêcher de se former (*sublata causa tollitur effectus*), et comme l'origine de la destruction colloïdale peut être infectieuse, toxique, anaphylactique, traumatique, dysfonctionnelle, émotive, etc., la thérapeutique active devra porter sur l'influence causale ; si c'est l'anaphylaxie qui est incriminée, on devra recourir à la désensibilisation spécifique ; si c'est une infection chronique, on s'attachera à la dépister et à y remédier ; si la floculation relève de l'uricémie, c'est sur le redressement de la fonction hépatique que les efforts du thérapeute devront porter.

D'autre part, il arrive que certains sujets, surtout quand ils avancent en âge, présentent une instabilité humorale qui fait que des précipitations plasmatiques surviennent chez le même individu, sous des influences les plus diverses. C'est alors qu'on tentera de stabiliser les humeurs ou de dissoudre les floculats par les moyens connus et notamment par l'autohémothérapie ou les injections sous-cutanées ou intraveineuses d'hyposulfite de magnésium. La thérapeutique symptomatique pourra, en outre, quelquefois réussir en atténuant la sensibilité sympathique du malade.

La polypharmacie que M. le Prof. Besançon considérait comme troublante devient de la sorte essentiellement rationnelle.

4° Un traitement particulier s'appliquera enfin efficacement à des affections complètement dissemblables parce que ces affections ont toutes un facteur commun, qui est la floculation, et qu'il suffit de dissoudre les précipitations sanguines, d'en modifier leur structure, de ralentir leur formation ou de diminuer les hypersensibilités locales pour assister à la régression des troubles ou à leur disparition.

* * *

Là ne se limite pas le pouvoir explicatif de la théorie colloïdale, nombre d'autres problèmes, dont nous ne pouvons aborder ici l'étude, trouvent leur solution grâce à cette conception, leur simple nomenclature occuperait trop de place pour pouvoir figurer dans le présent travail, aussi nous contenterons-nous de citer seulement quelques-uns d'entre ceux qui échappent à toute compréhension, sans la théorie colloïdale : l'évolution fatale des êtres vivants vers la mort, la remarquable constance de composition des tissus et des liquides humoraux des végétaux et des animaux, malgré leur incessant contact avec les réactifs les plus divers qui les traversent en les imprégnant, l'impossibilité de modifier la nutrition au moyen des médicaments sans provoquer des lésions, les durées d'incubation, l'impossibilité de changer le cours évolutif des états pathologiques et l'augmentation de fréquence de ces états avec l'âge, etc.

La théorie colloïdale nous renseigne, en outre, sur le mécanisme de l'anaphylaxie et de l'immunité acquise, ainsi que sur les processus qui président aux chocs de toutes sortes, etc. Comme nous l'avons vu, non seulement elle éclaire d'une lumière très nette les phénomènes autrefois mystérieux qui caractérisent ou accompagnent les manifestations pathologiques, mais cette thèse donne également un statut à des thérapeutiques qui étaient empiriques auparavant ; elle les oriente dans une voie plus rationnelle. Elle permet, en somme, dans bien des cas, de soulager et de guérir des affections chroniques contre lesquelles les méthodes anciennes étaient inopérantes (1).

(1) La théorie colloïdale vient d'être développée dans l'ouvrage « Colloïdes et Micelloïdes ». Editions médicales : Norbert-Maloine, Paris 1933, auquel le lecteur qui s'intéresse à ces problèmes pourra se reporter.

LES CONSTITUANTS ULTIMES DE LA MATIÈRE ET DE L'ÉNERGIE D'APRÈS LA THÉORIE DES QUANTA ET LA MÉCANIQUE ONDULATOIRE

par Yoland MAYOR

§ 1. *Introduction : l'Orientation de la Recherche Scientifique.*

Les premières études scientifiques de l'humanité ont porté sur les phénomènes et sur les objets les plus facilement accessibles à nos investigations : ce sont ceux qui sont du même ordre de grandeur que nous.

Les sciences poursuivent deux buts : *constater et expliquer*. Pour nous satisfaire complètement, une vérité scientifique doit être prouvée *de fait* — c'est-à-dire vérifiée expérimentalement — et *de droit* — c'est-à-dire prévue par un raisonnement logique. La recherche des causes a conduit la science à diminuer peu à peu le nombre des irréductibles, à expliquer la variété du monde extérieur par des combinaisons diverses dans le temps et dans l'espace d'un nombre de plus en plus restreint de constituants. Ainsi, dans un premier stade, la chimie a montré que toutes les matières qui nous entourent sont des combinaisons de 92 éléments capables de s'unir de plus de cent mille manières différentes. Dans un deuxième stade, elle a montré que ces 92 éléments sont tous formés de 2 constituants : l'*électron* et le *proton*. Chaque élément est caractérisé par les nombres et l'arrangement des électrons et des protons qui le constituent. Enfin, dans un dernier stade, elle a montré que ces électrons et ces protons ne sont pas de petites particules matérielles mais de l'électricité négative et de l'électricité positive, supprimant la distinction entre matière et énergie en montrant que la première est une forme de la seconde. L'astronomie a raisonné sur des distances et des temps de plus en plus grands. Ces sciences se sont de ce fait éloignées peu à peu de notre ordre de grandeur et raisonnent maintenant sur des objets qui ne nous sont pas perceptibles.

Nous nous proposons dans cette étude de résumer les conclusions des scienes physico-chimiques quant aux constituants ultimes de l'énergie et de la matière.

§ 2. *L'Energie et l'Optique classique.*

La physique classique enseigne que la lumière (1) est une vibration qui se transmet de proche en proche. Cette théorie — émise par Fresnel en remplacement de la théorie corpusculaire de Newton — est une des plus fécondes que la science ait connues. Elle a permis de prévoir toutes les principales propriétés de la lumière : réflexion, réfraction, interférence, polarisation, etc... Elle permet d'expliquer par leurs diverses longueurs d'ondes l'existence et les propriétés des différentes lumières. On peut déduire mathématiquement toutes les propriétés d'un rayonnement si l'on suppose qu'il est dû aux vibrations des particules élémentaires d'un fluide. La théorie ondulatoire de la lumière paraissait donc, au début de ce siècle, un point parfaitement acquis ; mais cette théorie — dont le succès est complet lorsqu'il s'agit d'expliquer les propriétés de la lumière — a rencontré de graves échecs.

Pour qu'il y ait vibration, il faut un milieu qui vibre, jouant vis-à-vis de la lumière le rôle que joue l'air vis-à-vis du son. Les promoteurs de la théorie ondulatoire ont appelé ce milieu *éther*. Leurs difficultés ont commencé lorsqu'il s'est agit de déterminer les propriétés de cet éther. Malgré tous leurs efforts, ils n'ont pu lui attribuer d'autre propriété certaine que celle de vibrer lorsque passe un rayon lumineux. La deuxième difficulté de la théorie ondulatoire — que nous ne faisons que signaler sans entrer dans des développements qui nous entraîneraient trop loin — est relative à l'émission et à l'absorption de l'énergie par les corps matériels : elle n'en a pu donner aucune explication conforme à l'expérience. Mais, si l'éther a toujours été un fluide bien mystérieux, si l'émission et l'absorption de l'énergie sont toujours restées inexpliquées, toutes les propriétés de la

(1) Nous appelons lumière toute radiation, qu'elle soit visible ou non.

lumière cadreraient admirablement avec cette théorie. Sans présumer de la nature du « quelque chose qui vibre » : de l'éther et du mode d'émission et d'absorption de la lumière, les expériences d'optique conduisent donc à la conclusion que *la lumière est une vibration ; elle est essentiellement continue.* Lorsque passe un rayon lumineux, les particules d'éther se déplacent suivant un mouvement régulier.

§ 3. *Le point de vue de la théorie des Quanta.*

Contrairement à la théorie classique, la théorie des quanta postule que l'énergie est *discontinue.*

Ainsi que nous l'avons dit plus haut, la théorie classique s'est révélée impuissante à expliquer l'émission et l'absorption de l'énergie. C'est pour combler cette lacune que Planck a émis l'hypothèse des quanta. Cette théorie a trouvé de très nombreuses applications, notamment dans l'étude de la constitution des atomes.

Planck suppose que l'énergie est émise et absorbée par la matière par petits paquets : *les quanta d'énergie.* La quantité d'énergie contenue dans chaque quantum dépend uniquement de la fréquence de la radiation considérée à laquelle elle est liée par une constante universelle : *la constante de Planck.* Cette théorie admet que l'énergie n'est pas seccable à l'infini, mais ne peut être émise ou absorbée que par valeurs discrètes.

Les atomes sont formés d'un centre positif autour duquel gravitent des électrons négatifs. Un tel système peut émettre ou absorber de l'énergie, l'électron s'éloignant ou se rapprochant du centre. D'après la théorie classique, cette émission ou cette absorption devrait se faire d'une manière continue, la position de l'électron se modifiant progressivement. La longueur d'onde de la lumière émise dépendant de la trajectoire de l'électron devrait, elle aussi, passer successivement par toutes les valeurs possibles. Un grand nombre d'atomes devrait donc émettre à tout instant une lumière où toutes les longueurs d'ondes seraient représentées.

D'après la théorie de Planck, l'atome ne peut émettre ou absorber de l'énergie que par quanta complets, l'électron sautant brusquement d'une orbite à une autre, puis restant stationnaire jusqu'au prochain saut. Il ne peut donc pas se trouver sur n'importe quelle orbite mais uniquement sur certaines d'entre elles bien déterminées, et par conséquent ne peut émettre de la lumière que de certaines longueurs d'ondes.

Cette hypothèse a permis de prévoir avec une précision remarquable les longueurs d'ondes des raies spectrales des divers éléments.

Une preuve encore plus immédiate de la théorie de Planck est l'expérience de Compton et Simon. Ces savants ont montré que lorsqu'un quantum de lumière (photon) rencontre un électron, les lois du choc élastique sont vérifiées entre eux aussi bien qu'entre deux particules matérielles. La distinction entre matière et énergie n'est donc fondamentale que dans le domaine macrophysique et les particules élémentaires d'énergie présentent au contraire une grande analogie avec celles de matière. La théorie des quanta permet d'expliquer les phénomènes d'émission et d'absorption de l'énergie ; elle permet également d'expliquer la stabilité des édifices atomiques. La théorie ondulatoire, elle, avait échoué en présence de ces problèmes. Mais, d'un autre côté, la théorie des quanta ne permet d'expliquer ni les interférences, ni la diffraction. Ces phénomènes sont au contraire très élégamment expliqués par la théorie ondulatoire. Les deux théories se complètent donc d'un certain point de vue : entre les deux elles permettent une représentation mathématique complète des phénomènes énergétiques. Mais lorsque l'on pose une question telle que : *Qu'est-ce que la lumière ?* elles fournissent des réponses diamétralement opposées.

En résumé, si nous considérons le phénomène suivant : le corps matériel A émet un rayon lumineux qui, par suite de ses rencontres avec divers autres corps matériels B, C, etc..., subit diverses variations (diffraction, réflexion, etc.), et finit par être absorbé par le corps matériel X, nous devons pour l'expliquer admettre tout d'abord que la lumière est un phénomène discontinu, que le rayon échappé du corps A est constituée par des photons projetés dans l'espace comme des balles de mitrailleuse; pour expliquer le trajet de ce rayon, nous devons admettre qu'il est une vibration continue, et pour expliquer son absorption nous devons reprendre la première hypothèse.

§ 4. *La théorie corpusculaire de la matière.*

Les théories de la constitution de la matière admettent que tout atome est formé d'un centre positif — dont la charge est due à la présence de protons — autour duquel gravitent des électrons. Les premiers sont des charges élémentaires d'électricité positive et les seconds des charges élémentaires d'électricité négative. La matière a donc une structure discontinue ; elle est formée de protons et d'électrons séparés les uns des autres par des distances grandes par rapport à eux.

Ces conceptions ont reçu une confirmation expérimentale des plus importantes par les

photographies de Wilson. Celles-ci sont basées sur le principe suivant : lorsqu'une particule alpha traverse un gaz, elle heurte ses atomes et leur arrache des électrons, les transformant ainsi en ions. Si le gaz est saturé de vapeur d'eau, chaque ion provoque une condensation et devient le centre d'une gouttelette d'eau. On peut donc suivre et photographier la trajectoire de la particule alpha grâce à la traînée d'eau condensée. Cette expérience permet ainsi de suivre les particules alpha dans leurs déplacements à travers un gaz, d'observer leurs chocs, etc..., en un mot de les *voir*. On peut donc affirmer que les particules matérielles élémentaires existent autrement que comme symboles, que ce sont des réalités au même titre que les objets macroscopiques qui nous entourent.

§ 5. *Les bases de la mécanique ondulatoire.*

L'hypothèse fondamentale de la mécanique ondulatoire est la suivante : «... considérer le point matériel des anciennes théories comme n'étant pas une entité isolée occupant un domaine infime de l'espace, mais bien comme une singularité au sein d'un phénomène périodique étendu occupant toute une partie de l'espace. » (1).

De Broglie admet l'existence d'ondes matérielles « dont les centres d'énergie sont les particules ».

Ainsi que nous l'avons dit au paragraphe 4, la théorie atomique classique admettait déjà que la matière est une forme d'énergie ; elle admettait qu'électrons et protons sont de l'électricité négative et positive sans support matériel, mais elle ne faisait aucune hypothèse sur la nature de cette énergie. On l'appelait « électricité résineuse » pour la distinguer des autres manifestations de l'électricité.

La théorie de de Broglie est une assimilation beaucoup plus profonde de la matière à l'énergie, puisqu'elle laisse à cette dernière sa forme habituelle de mouvement ondulatoire et ne fait pas appel à cette électricité résineuse qui n'était, en définitive, qu'une autre appellation des particules matérielles.

Davisson et Germer ont apporté aux idées de de Broglie une confirmation expérimentale éclatante. Ils sont parvenus à diffracter des ondes matérielles et à mesurer leurs longueurs d'ondes par une méthode analogue à celle utilisée par Debye pour les rayons X. Remarquons que cette expérience est basée, non sur la théorie des quanta, mais sur la théorie ondulatoire. Les formules qui l'expriment sont celles de la théorie ondulatoire de la lumière.

(1) De Broglie. Mémorial des Sciences physiques. Fascicule 1 (Gauthier-Villars, 1928), p. 1.

Une particule matérielle peut donc être considérée comme le centre d'énergie d'un phénomène ondulatoire. Elle perd ainsi les limites spatiales que nous avons l'habitude de lui supposer.

§ 6. *Particules ou ondulation? Qu'est la réalité?*

Les théories modernes abolissent la distinction fondamentale que faisait la physique classique entre matière et énergie. Elles font ressortir des analogies profondes entre ces deux réalités. Mais doit-on assimiler l'énergie à la matière en lui attribuant, comme le fait la théorie des quanta, une structure atomique, ou la matière à l'énergie en l'assimilant — suivant la mécanique ondulatoire — aux centres d'énergie de vibration ? Le problème est jusqu'à présent insoluble. Les théories de l'énergie, comme celles de la matière, doivent passer de l'une à l'autre conception suivant les phénomènes étudiés. C'est évidemment là une situation anormale ; la matière et l'énergie ne peuvent pas être à la fois ondes et corpuscules, les deux conceptions sont trop différentes.

Si maintenant nous quittons le point de vue très subjectif de l'explication en langage courant et de la représentation physique pour nous placer au point de vue mathématique, le problème se présente d'une manière différente et infiniment moins décevante. On peut l'exprimer par le « principe de correspondance » (Bohr). Celui-ci postule que *des relations mathématiques identiques peuvent être trouvées soit en se basant sur la théorie corpusculaire, soit en se basant sur la théorie ondulatoire.*

Ceci peut nous aider à rechercher les causes de la dualité apparente que présente la réalité. Ondes et corpuscules ne seraient que deux apparences différentes d'une même réalité. Cette dernière ne serait pas exprimable dans notre langage courant et nous apparaîtrait onde ou corpuscule suivant le point de vue auquel nous nous plaçons. Par contre, la mathématique permet une expression de cette réalité, elle peut déduire de cette dernière les phénomènes qui nous sont apparents, qu'ils soient ondulatoires ou corpusculaires.

Notre langage et notre faculté de représentation subjective des phénomènes sont adaptés aux objets du même ordre de grandeur que nous. Ils sont le résultat de la longue suite de transformations dont nous sommes le dernier chaînon. Ces transformations ont été conditionnées par nos besoins animaux qui sont bien antérieurs à nos préoccupations intellectuelles. C'est pourquoi nous sommes outillés pour observer et comprendre les phénomènes macrophysiques. Nos sens les transforment — à l'usage de notre entendement — en perceptions cohérentes. Mais la science s'est aventurée dans

un domaine autre que celui auquel nous étions adaptés ; elle pousse ses investigations dans le domaine microphysique ; elle ne se contente plus de raisonner sur des agglomérations d'un grand nombre d'atomes, elle veut raisonner également sur des atomes isolés. Dans ce domaine, l'expérience directe n'est plus possible et la représentation subjective ne l'est plus non plus. Notre machine à transformer les réalités en perceptions se refuse à tout fonctionnement régulier lorsque nous nous éloignons trop de notre ordre de grandeur ; elle cesse de fournir des images cohérentes. La mathématique seule peut venir à notre secours et nous fournir le langage nécessaire à nos déductions.

§ 7. *Résumé et Conclusion.*

Les études scientifiques ont tout d'abord porté sur des objets et phénomènes de notre ordre de grandeur. Pour ces études, on a pu admettre implicitement que la réalité est telle que nos sens nous la font apercevoir. Jusqu'à un certain stade de l'évolution de nos études vers un ordre de grandeur différent du nôtre, on a pu interpoler, c'est-à-dire admettre que les objets très petits — atomes, électrons — obéissent aux mêmes lois mécaniques que les objets macrophysiques. Mais est arrivé un moment où nous devons renoncer à cette hypothèse. A partir d'une certaine « finesse » d'analyse l'univers de nos perceptions cesse d'être cohérent et intelligible, et nous nous heurtons à des contradictions (particules ou ondulation ?). Notre seul moyen de poursuivre nos recherches est alors de renoncer au langage courant pour la représentation de la réalité et de le remplacer par le langage mathématique.

Les études modernes sur la constitution de la matière et de l'énergie font disparaître la dualité apparente entre ces deux réalités ; elles montrent que leur expression mathématique présente de grandes analogies et que le dualisme sous lequel elle nous apparaissent provient de l'apport subjectif de nos perceptions.

En conclusion de cet article, nous ne pouvons pas dire en langage courant ce que sont la matière et l'énergie, pas plus que nous ne pourrions expliquer une idée de passé ou de futur dans une langue dont la conjugaison ne comprendrait que le présent de l'indicatif. La différence énorme entre une onde et une particule est le fait, non de la réalité extérieure, mais de l'apport subjectif contenu dans nos perceptions.

LES RISQUES D'INCENDIE A BORD DES PAQUEBOTS MODERNES

par Louis BASSO

Ingénieur civil des Constructions navales

La destruction par le feu, à une année de distance, de deux des plus belles unités de la flotte commerciale française, en même temps qu'elle bouleversait douloureusement l'opinion publique, a engendré dans le plus grand nombre des esprits un sentiment d'anxiété et, il faut bien le reconnaître, un certain courant de méfiance et de suspicion. Pour une bonne part, l'amour-propre national s'est trouvé froissé, irrité et par là-même disposé à accueillir favorablement l'hypothèse de la malveillance ; alors que par ailleurs, pour la fraction la plus renseignée du public, les deux catastrophes du *Georges-Philippar* et de l'*Atlantique*, venant s'ajouter à la liste d'un certain nombre de grands paquebots détruits par l'incendie au cours des dernières années, tendait à confirmer l'existence d'une cause très grave d'insécurité, semblant s'accentuer au rebours des progrès accomplis dans la technique de protection et devant par là même mettre en cause, soit la vigilance des entreprises de navigation, soit la science et la valeur professionnelle des constructeurs.

Sollicitée dans cette voie, l'opinion risque de s'égarer dans des conclusions aussi spécieuses qu'injustes, propres à fausser entièrement l'appréciation des événements et des circonstances, et cela d'autant plus que cette opinion, — ainsi qu'il en va malheureusement pour la nôtre, — est plus ignorante des problèmes maritimes et de toutes les questions qui se rattachent aux industries de mer.

A ce propos, il convient encore de considérer que bon nombre d'informations ou soi-disant

résultats d'enquête qui ont été, à propos des deux sinistres, répandus dans la presse et même développés aux tribunes du Parlement, ont témoigné, pour n'en pas dire davantage, d'une légèreté pénible, sinon de desseins trahissant des animosités particulières, bien déplacés dans des circonstances aussi graves. N'a-t-on pas, — pour me borner à ce seul exemple, — laissé accréditer la croyance erronée que les deux navires sinistrés auraient été construits par la même entreprise, alors qu'il s'agissait de deux sociétés totalement distinctes, n'ayant de commun que la proximité de leurs chantiers, sociétés fortes d'ailleurs, d'un long passé de pratique estimée dans le monde entier et auxquelles notre marine est redevable de nombre de ses meilleures unités de commerce ou de combat.

Les quelques pages qui suivent auront pour but de situer la question des incendies à bord sur le terrain bien délimité de la technique scientifique. Ce n'est pas à proprement parler l'impartialité qu'il convient de s'efforcer d'atteindre ici, mais un point de vue qui implique l'impartialité, tout en réalisant quelque chose de plus absolu et de plus utile : soit, dans toute la mesure du possible, l'objectivité pure et simple.

Je voudrais montrer rapidement comment en est arrivé à se poser un grand problème spécifique de la protection contre l'incendie des grands navires modernes ; faire saisir toute la complexité de ce problème, en tentant d'en dégager les éléments essentiels des difficultés accessoires et surtout des idées préconçues, qui s'opposent à une saine appréhension par l'esprit de la nature exacte et profonde des phénomènes très divers qui sont mis en jeu. Une aussi brève étude ne saurait prétendre à explorer tous les aspects de la question, moins encore à énoncer d'avance toutes les solutions qui ne surgiront que peu à peu des travaux et des enquêtes qui se poursuivent en ce moment de tout côté. Mais ce qu'elle peut se proposer d'entreprendre, sans vaine témérité, c'est une sorte de mise au point, de classement rationnel des difficultés en présence, qui permette au lecteur éclairé de prendre mieux contact avec les réalités techniques, en distinguant ce qui est réalisable de ce qui n'est que verbiage ou utopie, et par là-même, j'en exprime ici la plus sincère conviction, tendre à dissiper un état de malaise par trop démoralisant.

***

Les catastrophes du *Georges-Philippar* et de l'*Atlantique* pouvaient-elles être logiquement prévues ? Peu de gens ont osé l'affirmer, mais beaucoup n'hésitent pas à le croire et il faut avouer que cette croyance est assez tentante, à l'égard de quiconque ignore les circonstances de l'évolution récente de la conception des grands paquebots.

J'ai exposé, dans une série d'articles de cette *Revue*, les grandes transformations qui ont radicalement modifié l'aspect du matériel des marines marchandes, en fixant les types caractéristiques des grands navires de l'après-guerre : introduction du moteur Diesel, perfectionnement des turbines à vapeur, mise au point de la propulsion électrique, pour me borner aux traits principaux. J'insisterai surtout en ce moment sur le fait de l'accroissement général des dimensions des navires, en particulier pour les paquebots des grandes lignes mondiales. Les chiffres de la population transportée ne se sont pas accrus en proportion directe des tonnages, il ne pouvait en être ainsi, mais les passagers peuvent disposer de locaux plus vastes et de commodités accrues. L'espace est, on le sait, le grand luxe du bord et les grands paquebots récents ont largement ouvert au confort et à l'agrément de leur clientèle l'étendue de leurs entreponts et de leurs superstructures, parvenues à un degré de développement jusqu'alors inusité. Le luxe proprement dit, appliqué aux aménagements, au mobilier, à la décoration, est devenu un facteur éminent de rivalité dans la concurrence internationale, rendue sans cesse plus âpre par ce développement considérable de l'instrument de transport, en contradiction avec l'intensification continue de la crise économique. Nous nous trouvons, d'ailleurs, en présence d'un courant très général, qui n'offre rien d'absolument particulier à la navigation : la concurrence au luxe dépasse certainement la part de responsabilité que peuvent encourir les Compagnies, car elle ne fait que manifester, dans un cas particulier, une tendance très caractéristique des mœurs de la période actuelle.

Quoi qu'il en soit, le développement du luxe et du confort, corrélatif à l'accroissement des dimensions, d'autre part, la complexité croissante des installations, notamment de l'équipement électrique, sont venus modifier considérablement les conditions générales de la sécurité à bord, en ce qui concerne les risques d'incendie. Et c'est là ce qui paraît avoir échappé à la prévision des techniciens, de tous les constructeurs de navire. Peut-être l'évolution du matériel s'est-elle produite de façon trop rapide pour qu'il pût en être différemment.

Car il ne faudrait pas conclure de cette remarque générale que le problème de l'incendie ait été jamais perdu de vue. Seulement, les mesures envisagées concernaient principalement les moyens de défense et de lutte contre l'incendie une fois déclaré et pas assez les moyens de prévenir le sinistre, non plus que d'opposer des barrières effectives à sa propagation.

En effet, ce qui ressort immédiatement, non

seulement des deux catastrophes les plus récentes, mais de celles qui ont précédé et de tous les incendies qui ont détruit au moins partiellement de grands paquebots de type moderne, c'est, avant toute autre circonstance, la violence inouïe et la vitesse déconcertante de la propagation des flammes. Tous les témoignages concordent à mettre ce fait en évidence : on peut affirmer qu'il constitue, par lui-même, et à lui seul, le pivot de la question et que sa prise en considération doit être à la base de toutes les mesures à envisager pour l'avenir.

Les causes accidentelles d'incendie sont multiples à bord d'un navire : les meilleures installations sont sujettes à avarie, à déréglage; dans bien des endroits, plus ou moins accessibles à la surveillance, des échauffements, des court-circuits sont susceptibles de se produire, sans qu'il y ait lieu d'incriminer ni le personnel ni le matériel ; la négligence, d'ailleurs même lourde, doit être nécessairement prise en compte, si l'on considère le nombre considérable des personnes transportées sur un même navire. Tous ces incidents font partie de la vie courante du bord. Or, on croyait être fondé à croire, jusqu'à présent, que les moyens extrêmement puissants de lutte dont sont équipées les unités récentes, devaient amplement suffire pour circonscrire rapidement tout foyer déclaré, quelle que fût l'importance initiale du sinistre.

Un certain nombre de progrès acquis, de dispositifs reconnus comme efficaces et, encore, le développement depuis quelques années des systèmes automatiques d'avertissement, venaient très raisonnablement à l'appui de cette hypothèse, que l'événement a malheureusement révélée trop optimiste.

Brusquement, à la leçon trop cruelle des faits, la vraie source du danger s'est découverte : les moyens d'extinction les plus efficaces, les plus rationnellement conçus, se trouvent fatalement mis en échec par les facilités que l'aménagement des unités modernes offre par lui-même à la propagation des sinistres. Par quel moyen maîtriser des vagues de flammes, qui ont trouvé devant elles d'immenses espaces libres, des couloirs, de vastes passages qui constituent pour elles de vrais chemins d'élection et, par-dessus tout, des cloisonnements qui sont non seulement impuissants à en opérer une localisation même relative, mais qui la plupart du temps, leur offrent par leur substance même un aliment ?

C'est dans de telles conditions que se présente aujourd'hui le problème de l'incendie. Il met en jeu à la fois la construction du navire et l'ensemble de ses installations. Chacune de celles-ci demande une étude particulière et minutieuse, le péril à prévenir devant être sans cesse présent à l'esprit de ceux qui sont chargés de la concevoir. Mais, à la base de tout, il existe une question fondamentale, qui intéresse la conception même du navire : un système de construction et d'aménagements qui, soit par la disposition des locaux et l'agencement des cloisonnements de la coque et de ses superstructures, soit par la nature et la qualité des matériaux employés à cet effet, constitue une défense efficace contre l'envahissement soudain des flammes, en opposant à celles-ci une série de barrières et de barrages permettant une localisation plus ou moins immédiate, mais toujours certaine et absolue. En somme, contre le péril du feu, le technicien naval déploiera des ressources comparables, multipliera des précautions analogues à celles que depuis si longtemps il a opposées, — et l'expérience permet de dire victorieusement, dans la mesure des prévisions humaines, — au danger d'envahissement par l'eau, résultant du choc ou de l'abordage.

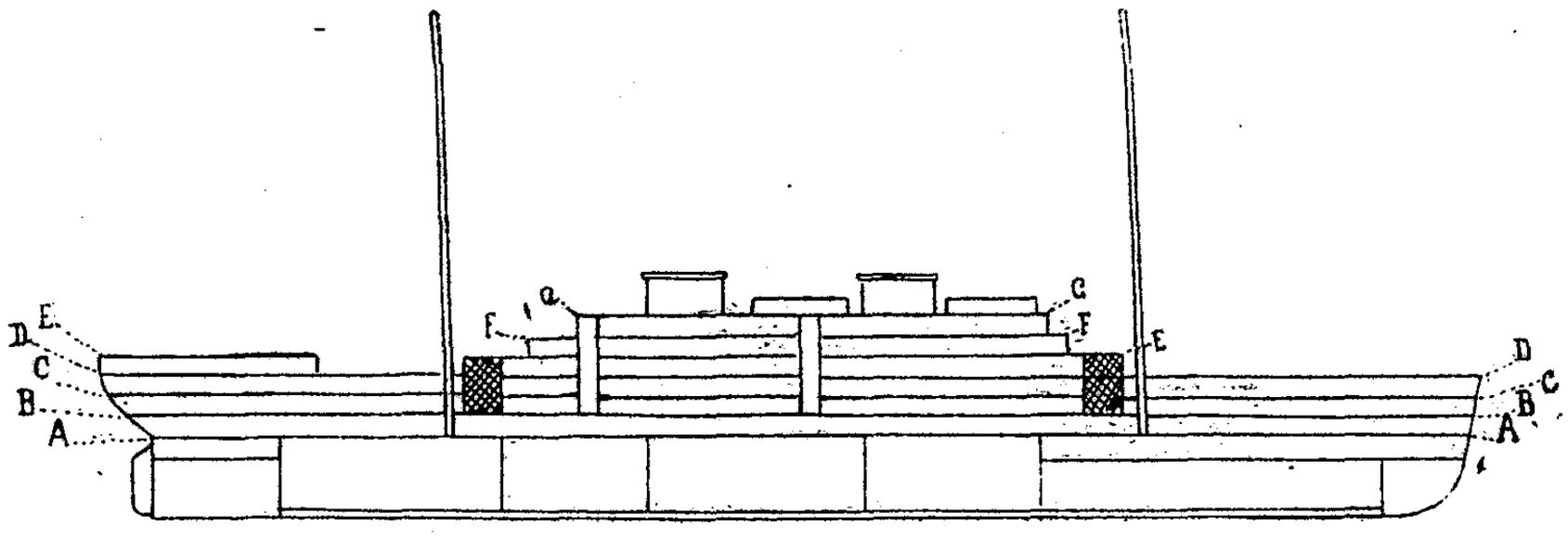


Fig. 1.

Il me reste à préciser ce point de vue, en esquissant, en quelque sorte, l'examen critique de l'aménagement des paquebots actuels, poursuivi sous l'angle des considérations qui viennent d'être énoncées.

*
* *

Le lecteur ne jugera, sans doute, pas inutile de placer sous ses yeux le schéma général de l'aménagement d'un grand paquebot de construction récente (fig. 1). A quelques variantes

de détail près, il est commun aux navires de toutes les entreprises et de toutes les nationalités ; les bâtiments sinistrés, en France et dans les autres pays, ne constituant nullement des cas particuliers, quoi qu'on en puisse dire. Plus ou moins accentuée, la tare fondamentale affecte le type même de l'unité considérée.

La coque est divisée dans le sens horizontal en un certain nombre d'entreponts, partiels ou continus. Si nous considérons le pont A, soit le premier à partir des fonds des ponts s'étendant d'une façon continue de l'avant à l'arrière, une première région nous apparaît très nettement délimitée. C'est la cale, qui occupe tout l'espace situé en-dessous de A ; elle est subdivisée en un assez grand nombre de compartiments, qui contiennent l'appareil moteur, les auxiliaires, les soutes à marchandises, les appareils frigorifiques, etc. La cale est elle-même fractionnée horizontalement, dans les régions avant et parfois arrière, par un pont partiel appelé plate-forme de cale ou encore 4e pont. Bien que le pont A soit largement échancré par les tambours des machines, escaliers et accès divers aux locaux, manches d'aération, etc., la cale constitue un ensemble qui est, dans une large mesure, indépendant du reste des aménagements : étant située en-dessous de la flottaison, elle est partagée par une série de cloisonnements étanches, qui permettent l'isolement rigoureux de n'importe quel compartiment ou groupe de compartiments.

On comprend de suite que la protection cellulaire ainsi constituée pour le cas d'envahissement par l'eau, assure du même coup une sécurité très efficace du point de vue de l'incendie. Les cloisons des fonds permettent d'isoler rigoureusement toute région sinistrée, en concentrant sur celle-ci les moyens de secours. Ici du moins, la question de sécurité peut être tenue pour résolue, c'est pourquoi je n'insisterai pas davantage sur la situation de cette partie du navire. Les incendies récents, y compris ceux du *Georges-Philippar* et de l'*Atlantique*, ont nettement montré que les fonds ont pu demeurer très longtemps isolés de l'incendie des hauts et, en particulier, que le fonctionnement des machines et des auxiliaires n'a même pas été compromis par la ruine des étages supérieurs.

J'ajouterai seulement que la disposition des locaux de la cale assure encore le maximum d'efficacité aux moyens de protection et d'extinction qui leur sont spécialement affectés. Les batteries d'azote comprimé peuvent diffuser en un temps réduit, dans l'une quelconque de ces tranches entièrement métalliques, un volume de 5 à 600 mètres cubes de gaz. Les compartiments des machines sont spécialement protégés, le plus ordinairement, par un système d'extinction à mousse carbonique, qui permet, soit de distribuer rapidement le volume nécessaire de gaz dans le compartiment en péril, soit encore de projeter des jets de mousse, dont la portée atteint ou dépasse une dizaine de mètres. C'est grâce à des dispositifs de ce genre que l'on a pratiquement assuré la possibilité de maîtriser toute inflammation d'hydrocarbures ; les faits ont heureusement montré jusqu'à présent que cette source éventuelle de danger, propre aux paquebots actuels qui utilisent des Diesel ou qui chauffent au mazout, est effectivement conjurée. La constatation mérite d'être retenue.

*
* *

Au-dessus du pont A se succèdent un certain nombre de ponts, B, C, D, etc., sur le schéma, les ponts B, C, D sont continus en principe de l'avant à l'arrière. Le pont D, qui peut être interrompu en partie au droit des cales à bagages et à marchandises, pourrait être considéré comme délimitant en hauteur la coque proprement dite, si une telle délimitation n'était pas, ainsi que nous allons le voir, toute nominale.

L'entrepont situé au-dessus de A, en nous référant à un paquebot analogue au *Georges-Philippar*, est occupé, de l'avant à l'arrière, soit par des locaux affectés aux passagers de pont ou rationnaires, soit par divers services. A partir du pont B, nous pénétrons dans les emménagements proprement dits.

Sur les bâtiments plus anciens, on pouvait distinguer assez nettement les différentes parties de la superstructure. La coque se limitait au dernier pont continu ; au-dessus de celui-ci s'élevaient (en plus parfois d'un entrepont partiel à l'avant) dans la région milieu un ou deux étages constitués par des ponts de construction plus légère, le spardeck, cet ensemble étant encore désigné sous l'appellation générique de passerelles. Le spardeck comprenait bien encore une suite de locaux pour les passagers, parfois un étage de cabines ; mais les parties les plus élevées étaient exclusivement occupées par les passerelles de navigation, les abris, chambre des cartes, postes de service divers, c'est-à-dire par les locaux affectés à la conduite et aux manœuvres du navire, ainsi qu'au logement du commandant et des officiers.

Mais, avec l'accroissement des dimensions, le corps des emménagements a de plus en plus tendu à envahir tous les hauts du navire, la distinction entre les entreponts ordinaires et les étages de spardeck ou de passerelles devenant fictive ou à peu près. En réalité, nous trouvons au-dessus du pont D de notre schéma une nouvelle série de ponts, surélevant la coque dans toute sa région milieu et délimitant des entreponts qui, par leur distribution et la nature des locaux qu'ils

contiennent, ne se distinguent en rien de ceux qui sont situés au-dessous. Ainsi, le pont E s'étend lui-même en partie jusqu'à l'arrière du navire ; il est surmonté dans la partie centrale par les ponts F et G.

On voit, de la sorte, que la partie centrale du navire constitue une sorte de massif, le *château*, qui renferme tous les logements et locaux affectés aux passagers. Les premières et troisièmes classes occupent assez habituellement les parties avant et milieu du château (les troisièmes peuvent être aussi logées, en partie du moins, dans la région de l'avant du navire proprement dite), l'arrière du château étant réservé aux secondes. Ainsi, les quatre ou cinq étages qui s'élèvent au-dessus de la cale sont occupés soit par des suites de cabines, salles de bains et autres dépendances, soit par des locaux communs, tels que salons divers, salles à manger (les plus grands de ces derniers, surmontés de dômes pouvant disposer de la hauteur de deux entreponts successifs). Le château central se trouve le plus ordinairement délimité, à l'avant et à l'arrière, par deux grands escaliers, largement ouverts et desservant la totalité ou du moins la plupart des étages (la région des escaliers est désignée sur le schéma par des hâchures).

A la partie arrière du navire, on établit un ou deux étages de superstructures, qui sont affectés, soit à des locaux de service, à des cuisines, salles d'hôpital, soit à quelques salons. Mais ce second massif est d'importance réduite et il se trouve effectivement isolé du grand château central, auquel il n'est guère relié que par des ponts à découvert.

Quant aux postes et passerelles de service, chambres de navigation, logements d'état-major, etc., qui occupent les parties les plus élevées de l'avant du château, ils se trouvent plus ou moins englobés dans la masse des emménagements. L'espace disponible a permis, d'ailleurs, d'améliorer l'installation de ces services divers, qui sont devenus, cela va sans dire, beaucoup plus complexes qu'auparavant.

Telle est donc la disposition de principe qu'il convient d'avoir bien présente à l'esprit et qui n'a certainement pas manqué de frapper tous ceux qui ont eu l'occasion de prendre passage sur une grande unité récente, ou tout au moins de la visiter attentivement.

Or, de toute évidence, cette énorme masse du château central, très comparable à un immense hôtel flottant, se trouve placée, du point de vue des risques d'incendie, dans des conditions particulièrement défavorables, tant en ce qui regarde l'éventualité de la déclaration accidentelle du feu en un point quelconque de ses innombrables locaux, qu'en ce qui concerne la menace d'une propagation plus ou moins rapide du sinistre à travers l'ensemble des entreponts.

Cela est tout d'abord vrai, du seul point de vue des conditions que j'appellerai extrinsèques, c'est-à-dire celles qui résultent des conditions générales physiques, techniques ou encore sociales, dans lesquelles s'effectue la navigation et qui ne mettent pas en jeu la conception ou la construction mêmes du bâtiment.

L'hôtel flottant est exposé, dans ses étages supérieurs, à des appels d'air qui peuvent atteindre une violence inouïe. Les deux grands escaliers qui le délimitent ne sont pas d'ailleurs les seuls passages qui puissent constituer des cheminées d'appel redoutables ; d'autres descentes existent, disséminées un peu partout ; il faut encore compter avec les cages d'ascenseurs, les tambours d'accès et autres ouvertures. On s'imagine aisément la puissance des grands vents du large s'engouffrant par ces issues, qu'il n'est pas possible de maintenir systématiquement closes. La ventilation artificielle peut, elle-même, servir d'auxiliaire à ces trombes d'air, si elle a été déréglée et que son arrêt n'ait pu être obtenu en temps utile.

La complexité des services entraîne, d'autre part, la multiplication des appareils de tous genres, l'enchevêtrement des conducteurs électriques, distribuant en tout lieu l'énergie produite par la centrale. Autant de sources éventuelles de danger, car, il faut le répéter ici encore, les meilleures installations sont toujours sujettes à quelque incident et il suffit à l'incendie d'une cause même très minime.

Enfin, et pour me borner là, le transport de passagers en très grand nombre, comprenant des éléments de toutes les conditions, d'éducation très différente, ne va pas sans quelque aléa. On ne peut empêcher tous ces gens de s'égayer, de chercher à se distraire de façon plus ou moins discrète. Ni les bars, ni les jazz ne sont faits pour prédisposer les esprits à une particulière prudence.

Reste l'examen des conditions intrinsèques, sur lesquelles le constructeur est du moins à même d'agir dans une certaine mesure ; de par sa constitution matérielle, le château qui groupe tant de locaux et dans lequel se concentre la vie de la population transportée, présente-t-il des garanties suffisantes, qui soient conçues en proportion des risques incessants et multiples qui découlent de la nécessité des choses ?

Sur les bâtiments plus anciens, l'espace était considérablement plus ménagé, puisqu'il fallait loger dans une coque de dimensions moindres une population relativement plus nombreuse que sur un navire actuel. On n'y connaissait ni ces salles spacieuses qui font oublier à leurs hôtes leur présence sur un navire, ni ces larges passages qui évoquent les rues d'une ville ou les « planches » d'une plage à la mode. Toutes ces commodités se sont introduites à la faveur des gros tonnages, sans que l'on se soit

bien rendu compte du changement radical qui devait en résulter sous le rapport des risques. Aussi bien, n'avait-on pas transformé et accru dans la même proportion les moyens de lutte, à ce qu'il était permis de croire du moins ?

Car, disons-le de suite, l'installation des services d'incendie pour les hauts n'est nullement inférieure par elle-même à ce qui existe pour les cales. Si des causes nouvelles, insuffisamment aperçues, de propagation des sinistres ont pu intervenir, il apparaîtrait bien difficile d'incriminer l'insuffisance des moyens d'extinction. Ces derniers sont même tels que l'on peut s'expliquer en partie, par la confiance qu'ils méritent, le défaut de prévision qui caractérise par ailleurs toutes les constructions nouvelles.

En fait, il existe un réseau complexe de canalisations d'eau de mer établi dans tout le château, alimentant des séries de prises qui constituent autant de postes de lutte, d'où il est possible de distribuer rapidement des torrents d'eau sur n'importe quel point menacé. Des pompes à puissant débit, situées dans les compartiments de machines ou les cales, sont alertées et mises en mouvement dès le premier signal d'alarme. J'ajouterai que les installations récentes comportent des dispositifs d'inter-connexions, qui permettent de relier les tuyautages qui servent à distribuer soit l'eau de mer, soit l'azote ou la mousse carbonique, de telle sorte que l'un quelconque de ces agents extincteurs puisse être acheminé vers une région quelconque du bâtiment. Enfin, les moyens qui précèdent sont largement complétés par l'installation d'extincteurs portatifs, qui sont distribués dans toutes les pièces et parties des emménagements, et même, dans certaines de celles-ci, à raison de deux ou plusieurs par local.

Or, l'ensemble de tous ces moyens s'est clairement révélé insuffisant et la violence des incendies a atteint un degré tel, et dans un temps si restreint, qu'aucune installation d'extinction, en la supposant d'une puissance portée au plus haut point concevable, n'eût certainement suffi à maîtriser les flammes. Les sinistres de ce genre dépassent la prévision, comme ils dépassent en horreur tout ce que l'imagination peut concevoir.

Pour se rendre compte de la résistance que la construction peut, par elle-même, opposer à la propagation de l'incendie, il y a lieu d'envisager deux points de vue, qui se complètent d'ailleurs l'un l'autre, à savoir celui du cloisonnement et celui de la nature des matériaux employés.

*
* *

C'est essentiellement par une constitution cellulaire de la cale, qu'est assurée la protection contre l'eau, c'est-à-dire par un système de cloisons étanches, s'étendant dans les sens transversal et longitudinal et délimitant ainsi des compartiments hermétiquement clos, percés tout au plus de passages étroits, fermés normalement par des portes étanches, dont la manœuvre peut être exécutée même depuis les hauts du navire, au premier signal d'alerte.

Celui qui parcourt la superstructure d'un paquebot, et le château en particulier, se rendra compte immédiatement qu'il n'existe dans toute cette vaste région, absolument rien de comparable à un compartimentage de protection.

Pourtant, si différents que soient par leur nature les deux genres de péril, il est clair qu'un compartimentage bien conçu, délimité par des cloisons susceptibles de résister au feu comme celles de la cale résistent à l'eau, serait le moyen le plus sûr de prévenir la propagation d'un sinistre. On peut remarquer, à ce sujet, que des incendies atteignant les proportions des catastrophes récentes, ne se sont jamais déclarés à bord des navires de guerre, sinon en cas d'explosion ayant bouleversé la charpente tout entière ou dans des circonstances encore plus exceptionnelles. Cependant, la nature du service, la complexité bien plus grande encore des installations et des appareils multiplient les causes occasionnelles de danger et, en fait, les commencements d'incendie sont loin d'être rares. C'est qu'en réalité, la construction purement métallique des hauts et les espaces beaucoup plus restreints qui sont assignés sur les unités militaires, tant aux logements qu'aux locaux divers de toute espèce, concourent à assurer un compartimentage très efficace, qui opposerait aux flammes une succession de barrages à peu près infranchissables.

On ne saurait évidemment envisager une protection semblable pour un paquebot et il faudrait être tout à fait étranger à la technique navale pour songer à parquer une population de passagers dans des emménagements conçus sur le modèle des navires de guerre. Il convient d'assurer ici l'hygiène et la santé, morale et physique, de voyageurs qui ne sont ni des marins, ni nécessairement des hommes valides et entraînés aux fatigues d'une traversée. Cependant, si la réalisation d'espaces suffisants et autant que possible largement calculés, présente des avantages indiscutables et s'impose même, dans une certaine mesure, comme principe de répartition des locaux, il semble que l'on soit allé fort loin dans cette voie, qui s'ouvre, indiscutablement aussi, sur une source de danger toujours inquiétante.

Nous trouvons ainsi, sur tous les grands paquebots de luxe, une succession de salons et de locaux de réunion, qui développent des surfaces considérables, pouvant aller jusqu'à un millier de mètres carrés, dénuées de tout compartimentage protecteur et situées pour la plupart

dans les étages supérieurs, les plus directement exposés aux appels d'air. Le feu, parvenu à atteindre l'un de ces emplacements privilégiés, s'y déploiera pour ainsi dire immédiatement, puisant dans ce bond irrésistible une vigueur qui défiera bien vite tous les moyens de lutte mis en œuvre.

Indépendamment des locaux fermés, les entreponts supérieurs sont encore parcourus par de larges couloirs, dont certains n'ont plus rien de commun avec les coursives d'autrefois. Ces couloirs, en bordure des cabines ou des salons, et disposés de manière à servir de promenade, accentuent d'ailleurs singulièrement l'impression de liberté d'allure qui se dégage des aménagements actuels. On sait que sur l'*Atlantique*, un couloir central réalisait une véritable rue de ville d'eau, bordée de magasins et d'éventaires. Mais, il importe d'en faire la remarque, des dispositions de ce genre ont pu apparaître, jusqu'aux dernières catastrophes, si naturelles, et la prévision d'incendies aussi violents entrait si peu dans les préoccupations des constructeurs, qu'aucune des réglementations nationales ou internationales en vigueur n'avait encore entrepris d'y apporter de restriction appréciable. La seule obligation généralisée, passée d'ailleurs dans la Convention de Londres (non encore en vigueur, mais appliquée en fait par la presque totalité des marines marchandes) est l'établissement de cloisons pare-feu distantes entre elles de 40 mètres. C'est là tout le compartimentage réglementairement imposé pour la sécurité : il suffit que les grands couloirs dont il vient d'être question se trouvent sectionnés par quelques cloisons, qui laissent entre elles un intervalle considérable, puisqu'il atteint le cinquième de la longueur d'un grand paquebot de 200 mètres.

La disposition de tous ces locaux et couloirs apporte donc une infraction majeure, mais du moins bien apparente au principe d'un cloisonnement protecteur contre le feu. Mais ce n'est pas la seule : il en est d'autres, qui peuvent passer inaperçues à un examen superficiel et qui sont pratiquement des plus redoutables. En voici au moins une des plus typiques, étant donné qu'il m'est impossible d'entrer ici dans le détail d'une critique de ce genre. Le visiteur qui circule dans les passages ou qui s'arrête dans les locaux a réellement l'illusion de se trouver dans une construction à terre et non pas d'être enfermé dans une coque d'acier, aux armatures puissantes. Son regard ne sera pas arrêté par les éléments caractéristiques de toute charpente métallique, tels que membrures, barrots de ponts, se présentant sous l'aspect de barres profilées, cornières, montants en contreforts de toute sorte, ou encore d'épontilles et poutres de soutien. Tous ces éléments sont dissimulés par des panneaux de bois. On conçoit que l'intervalle qui règne entre ces panneaux et les cloisons ou parois métalliques offre un passage direct à la propagation des flammes, à moins que l'on ne se soit préoccupé de subdiviser l'espace ainsi laissé libre par une série de cloisonnements verticaux, disposés à intervalle suffisamment réduit, et encore que ces cloisonnements soient faits de métal ou de matière incombustible. Mais cette précaution élémentaire est-elle le plus souvent prise?

*
* *

La masse de la superstructure centrale ne présente donc aucun principe de cloisonnement systématique qui puisse entrer en compte au profit de la sécurité à l'égard de l'incendie. Or, cette constatation vient s'aggraver d'une autre, plus conséquente encore, peut-être : c'est que la plupart des matériaux employés pour la construction et l'aménagement de cette superstructure ne sont en aucune manière incombustibles. Mais on a dit déjà tant de choses sur cette question essentielle qu'il me sera permis de n'en retenir que les traits de principe.

Il a pu apparaître à bien des esprits pondérés que le fait d'avoir conservé l'usage du bois pour tant de parties vitales, exposées en première ligne au risque du feu, devait constituer une faute lourde, plus peut-être, à la charge des constructeurs navals. C'est là une appréciation assurément injuste, car la pratique ainsi mise en cause procède de la même source d'imprévoyance, que j'ai signalée dès le début de cette étude, à savoir la croyance trop absolue en l'efficacité des moyens de lutte, en présence d'une évolution très rapide de la conception des paquebots. Malheureusement, la plupart des progrès techniques de sécurité résultent ainsi de la réfutation tardive d'une pratique erronée, obtenue au prix plus ou moins douloureux de l'expérience des faits.

Sur l'ancienne marine en bois, remarquons-le, les incendies n'atteignaient qu'exceptionnellement des proportions comparables aux récentes catastrophes. Couramment, pour ainsi dire, le feu déclaré dans quelque soute pouvait être localisé assez aisément pour que le navire pût, en toute tranquillité, gagner un port. La construction métallique n'a fait disparaître entièrement l'usage du bois que pour les navires de guerre et il est permis de considérer, même aujourd'hui, que pareille exclusion, envisagée d'une façon absolue, ne doive pas être envisagée pour les navires de commerce et, en particulier, les paquebots. Une construction rigoureusement métallique rendrait l'habitabilité moins agréable. et même pénible, surtout pour des bâtiments appelés à naviguer dans des eaux à température extrême et sous des climats non tempérés. En bien des régions du navire, des lambrissages de bois constituent le seul moyen

de protéger les locaux contre l'humidité ambiante, ne serait-ce que pour la conservation des objets ou des denrées qui risquent de s'altérer. Enfin, l'adoption du bois pour le bordé des ponts assure en particulier à l'habitabilité des avantages considérables.

Ces considérations doivent permettre de mieux poser la question de principe : il s'agit de discerner seulement la mesure à partir de laquelle l'usage rationnel commence à faire place à l'abus.

Le bois a continué d'être employé pour les constructions récentes, comme il l'était sur les paquebots d'ancien type, par conséquent en réalité dans une proportion qui s'accroissait avec le développement donné aux aménagements. Auparavant, il faut le relever, les cloisons des étages supérieurs étaient faites de bois blanc ordinaire, recouvertes de peinture simple. Aujourd'hui, on a pu croire tout d'abord réaliser une sécurité très renforcée en substituant à ce bois blanc peint le contreplaqué. En effet, le bois ainsi mis en œuvre brûle plus difficilement que le bois ordinaire ; il oppose une certaine résistance à la propagation de la flamme, par le fait des couches de colle qui séparent les plans de bois successifs. En brûlant, le contreplaqué fait au surplus beaucoup moins d'étincelles.

Toutefois, l'avantage ainsi réalisé s'efface pratiquement en présence de l'accroissement d'insécurité qui résulte de la seule multiplication des locaux cloisonnés par ce procédé.

Il ne serait désormais plus admissible de tolérer cette continuité de cloisonnements en bois, qui constituent à la fois les parois des cabines, les plafonds, les panneaux des couloirs, en un mot toute l'ossature interne qui délimite les locaux à l'usage des passagers. Si, encore, les cloisons de contreplaqué étaient appliquées et assujetties sur un encadrement incombustible, un lambourdage métallique, on réaliserait, dans une certaine mesure, l'isolement relatif du revêtement de bois ; mais tout ce système d'armature interne est constitué habituellement par des lambourdes ou contreforts en bois blanc ordinaire. Enfin, comme si ces pratiques n'étaient pas par elles-mêmes suffisamment défectueuses, on a pris l'habitude de revêtir cette profusion de murailles de bois par une abondance de couches de vernis, d'un effet fort séduisant à la vue, mais qui apportent à l'incendie une cause nouvelle de propagation soudaine. Les témoignages concordent encore sur ce point : les parois vernies flambent comme des torches. Au surplus, la question des enduits et peintures est entièrement à reprendre : une étude très serrée des dangers qui peuvent résulter de ce chef devra tendre à éliminer rigoureusement tout produit suspect. On n'oubliera pas, à ce sujet, avec quelle profusion est employée la peinture à bord des navires : peindre et repeindre a toujours été la grande préoccupation de l'homme de mer.

Le souci de la décoration a certainement contribué pour une large part à la multiplication des cloisonnements combustibles, le bois offrant à l'art du décorateur une matière de choix, qui se prête aux plus variés comme aux plus somptueux effets. Mais je ne puis entreprendre ici une critique de l'excès du luxe à bord des navires, question qui, je persiste à le croire, relève beaucoup plus de l'éthique que de la construction navale. Toute limitation sur ce point serait, je me hâte d'ailleurs de le reconnaître, grandement désirable du point de vue de la sécurité, comme aussi de quelques autres.

On a beaucoup incriminé de même le luxe de l'ameublement proprement dit ; sans vouloir méconnaître ce qu'il y a de fondé dans ces critiques, je ne considère pas qu'il faille en exagérer la portée. Certains armateurs ont pu affirmer, très véridiquement, que les tentures de leurs paquebots modernes ont été réduites au minimum et sont en fait beaucoup moins importantes qu'elles ne l'étaient auparavant. D'autre part, les meubles, surtout ceux qui sont portatifs ou déplaçables, ne peuvent représenter une source de danger capitale.

Ce qu'il faut plutôt relever, et par là je terminerai ces brèves remarques, c'est que cette extension tout à fait excessive du bois non ignifugé n'a nullement respecté les régions ou les locaux, pour lesquels, cependant, une vigilance particulière était de rigueur. On n'avait pas songé, jusqu'aux dernières catastrophes, à mettre spécialemnt à l'abri les régions où s'ouvrent les grands escaliers qui délimitent le château, ainsi que la zone immédiatement adjacente à ces énormes dégagements, où les appels d'air peuvent se produire particulièrement violents. De même, pour les autres passages verticaux devant former cheminée d'appel, les cages d'ascenseurs notamment.

D'autre part, même lacune, extrêmement grave encore, en ce qui concerne les passerelles, en désignant ici sous ce terme les étages ou parties de la superstructure qui sont réservés à la manœuvre et au commandement : chambres de veille et des cartes, postes divers. Dans la construction de ces locaux qui abritent l'âme du navire, le métal n'est employé que partiellement ; les cloisons et plafonds de bois, les roofs en teck, règnent encore dans toute cette région, dont aucune protection spéciale ne vient rompre la continuité avec la masse du château, dans laquelle tous les postes de service se trouvent littéralement submergés.

*
* *

Le simple examen qui précède, sans sortir cependant du domaine relevant de la construc-

tion navale proprement dite, m'a conduit aux limites d'une étude d'ordre général, ne pouvant se prolonger outre mesure. Je n'y ai abordé ni la question électrique, ni celle de la ventilation, ni l'examen systématique des moyens de défense et d'extinction. Je crois pouvoir considérer néanmoins que le but poursuivi a été suffisamment atteint, étant donné qu'il ne pouvait s'agir ici d'entreprendre une critique de détail, à laquelle plusieurs volumes suffiraient à peine et moins encore de poser des principes définitifs, appelés à régir les constructions à venir. En réalité, et c'est là ce que je voudrais avoir fait comprendre, l'incendie pose aux techniciens un problème renouvelé, sinon nouveau, en ce sens qu'il a fallu la cruelle leçon de l'expérience pour en révéler l'urgence et la complexité. Quant à trouver les solutions adéquates, s'il est possible dès à présent d'adopter certaines règles impératives, susceptibles de rassurer l'opinion, en écartant les causes des sinistres qui risquent de dégénérer en irréparables catastrophes, il faut bien admettre qu'ici encore le progrès définitif ne peut résulter que d'une évolution, si rapide qu'on la désire, accomplie à la faveur d'études approfondies et d'expériences attentives. Le devoir du technicien est seulement de hâter cette évolution, dans toute la mesure du possible.

Mais ce qu'il importait de mettre en relief, du point de vue de l'édification de la partie éclairée du public, c'est-à-dire de celle qui doit comprendre et dont l'insuffisante documentation risque d'entraîner les pires conséquences morales, c'est comment et en quels termes le problème technique de la protection contre l'incendie se pose dans la réalité des faits.

Il s'agit bien d'une série de difficultés particulières à envisager : chaque élément de l'installation pose, pour ainsi dire, son problème ; mais il faut bien retenir que toutes ces difficultés spéciales, bien qu'aucune d'entre elles ne doive être tenue pour secondaire, se groupent autour d'une question centrale, qui les conditionne toutes, et qui concerne la construction proprement dite. Les paquebots, dans toute leur masse et, tout particulièrement, dans l'énorme superstructure qui groupe les aménagements des passagers, doivent être conçus et construits de façon à opposer à la propagation des flammes une protection pour le moins comparable à celle que le cloisonnement et la disposition cellulaire des cales opposent à l'envahissement de l'eau.

Si une pareille condition pouvait être pleinement réalisée, des catastrophes pareilles à celles de l'*Atlantique* ou du *Georges-Philippar*, ne seraient plus à redouter, même par le fait d'une installation défectueuse, même au cas de malveillance ou d'un incident imprévisible.

Par contre, avec les dispositions actuellement en usage, l'incendie en apparence le plus bénin, le plus aisément localisable, risque toujours d'aboutir à une destruction totale. Pour déjouer le péril, partout présent, il faudrait disposer d'une surveillance dont la vigilance atteignît et peut-être dépassât les possibilités d'un état-major et d'un personnel en nombre nécessairement limité. Il est toujours aventureux, dans un service comparable à celui des transports par mer, de tabler sur une vigilance trop constante, sur une attention trop soutenue, alors que les dispositifs automatiques les plus perfectionnés sont eux-mêmes sujets à défaillance.

Cela ne veut pas dire que les problèmes concernant chaque installation spéciale ne réclament un examen des plus rigoureux. A propos de chacun d'eux, il convient en somme de reprendre l'ensemble des solutions acquises, en donnant cette fois comme centre aux préoccupations directrices, celle de l'incendie et de sa facilité de propagation.

Il en sera tout particulièrement ainsi pour les installations électriques. C'est une tendance toujours en faveur auprès du public, que d'accuser tout d'abord les court-circuits ; mais un court-circuit ne met pas en cause nécessairement la conception ni l'exécution matérielle d'une installation. On doit même le considérer comme un incident courant et par là-même, toujours prévisible, dans une installation aussi complexe que celle d'un grand navire.

Je ne crois pas, tout bien pesé, qu'il y ait quoi que ce soit à reprendre sur le principe même des installations électriques, telles qu'elles sont réalisées à notre époque. Mais la tendance générale est de demander toujours davantage à l'énergie électrique, depuis les usages domestiques les plus infimes jusqu'à la propulsion elle-même. D'où la nécessité de l'installation de centrales puissantes et d'un appareillage qui demande toute une série de mesures protectrices.

Ce qu'il importe de considérer, au tout premier plan, c'est l'installation des canalisations, des câbles multiples qui transportent en tout sens des courants de nature très diverse. Ceci met en jeu, non seulement les isolants, mais tout le matériel de support et de soutien, qui ne devra jamais être constitué par une matière inflammable, éminemment propice à la propagation du feu. Certaines pratiques devront être proscrites, comme celle qui consiste à dissimuler les conducteurs dans des boiseries ou sous des planchers. Ces prescriptions, comme beaucoup d'autres encore, ne mettent d'ailleurs nullement en cause les éléments de principe des installations.

Il est encore un chapitre de la question de la sécurité qui offre un intérêt de premier plan : c'est celui de la signalisation d'incendie au moyen d'appareils automatiques avertisseurs, placés dans tous les locaux du navire et déclenchant des signaux optiques et acoustiques d'alarme, soit dans un poste central de surveil-

lance, soit à la passerelle de commandement. Ces signaux alertent le personnel, dès qu'une élévation de température anormale s'est produite en quelque point ; l'installation est complétée par d'autres appareils, dits détecteurs de fumée, dont la fonction consiste à permettre d'opérer, grâce à un jeu complexe de tuyautages, une surveillance constante sur l'air des locaux à protéger, afin d'y déceler toute trace de fumée.

D'autres questions se posent encore, dont aucune ne saurait être considérée comme accessoire, et qui comporteraient chacune un examen attentif. J'aurai, d'ailleurs, l'occasion d'y revenir par la suite, en particulier dans les notes qui paraissent dans la Revue, sous la rubrique du *Génie maritime*. Le problème de protection contre l'incendie est entré dans une phase d'études des plus actives et ce n'est qu'au fur et à mesure des premiers résultats de l'enquête qui se poursuit actuellement avec le concours de toutes les compétences intéressées, qu'il sera possible d'apporter des indications précises et sûres, susceptibles d'éclairer chaque point.

*
* *

Ce que je voudrais seulement affirmer, en terminant, c'est que, si les constatations qui précèdent peuvent apparaître par elles-mêmes peu rassurantes et peut-être sévères dans leur ensemble, elles ont du moins l'avantage de mettre en évidence la nature exacte des difficultés et de montrer precisément, non seulement l'ordre des changements de conception qu'il convient d'envisager, mais la possibilité de réaliser *de suite* dans les constructions neuves des dispositions de nature à prévenir les plus graves causes d'insécurité. Tout le monde est, heureusement, parfaitement d'accord là-dessus, et les techniciens ont désormais acquis une notion parfaitement nette des premières directives que la pratique et la théorie doivent suggérer et que les réglements nationaux et internationaux de vigilance vont aboutir d'ailleurs à imposer à bref délai.

Ainsi, tout d'abord et surtout, en ce qui concerne l'adoption de matériaux incombustibles. L'emploi du bois simple ou du contreplaqué sera réduit dans toute la mesure compatible avec les nécessités pratiques de l'habitabilité. Les matériaux ignifugés ou le métal devront constituer à l'avenir l'ossature du château central et même être exclusivement employés dans toutes les régions où le risque d'incendie ou la facilité de propagation sont particulièrement à redouter. Il en sera ainsi, notamment, pour les grands escaliers qui desservent plusieurs entreponts successifs, ainsi que pour les locaux qui leur sont immédiatement adjacents, pour le voisinage des cages d'ascenseurs et des autres dégagements qui peuvent former cheminée d'appel.

Je préciserai à ce sujet que des dispositions très importantes au regard de la sécurité ont été adoptées par la Compagnie des Messageries Maritimes, pour le nouveau paquebot. *Président-Doumer*, qui a été lancé au début de l'année aux Chantiers de La Ciotat. En outre de la protection des escaliers et autres passages par une armature entièrement métallique, on a prévu, en particulier, l'emploi exclusif du métal pour la construction de la passerelle de navigation, avec les chambres des cartes et de veille, les cloisons contiguës à des locaux habités étant traitées comme des cloisons pare-feu. Le poste de T.S.F. est ordonné selon les mêmes principes. Entre autres mesures de première importance, le lambourdage des cloisons du navire sera métallique, ce qui entraîne, de ce seul chef, la suppression d'environ 14 mètres cubes de bois du Nord et 80 mètres cubes de sapin. Pareillement, l'adoption du métal pour les plafonds qui servent à dissimuler les tuyautages et les câbles électriques, élimine une surface d'environ 275 mètres carrés de boiserie en contreplaqué.

L'emploi du métal ne doit pas, d'ailleurs, laisser méconnaître les ressources que peut apporter la technique du bois ignifugé, appelée à évoluer elle-même en proportion des débouchés considérables que les nécessités reconnues de la protection lui ouvriront désormais.

Bien que les avis soient assez partagés sur ce sujet, il existe incontestablement certains procédés qui, tout en réalisant l'ignifugation à cœur, n'altèrent pas sensiblement les qualités que le bois traité doit conserver, pour répondre aux autres nécessités de son utilisation. Les difficultés de prix et de mise en œuvre qui peuvent exister actuellement sont appelées à disparaître, lorsqu'on aura réalisé l'industrialisation rationnelle de cette fabrication, en vue spécialement d'une application généralisée à la construction navale. Les essais qui se poursuivent dès à présent ne peuvent manquer de hâter cette mise au point.

Enfin, pour ce qui regarde le principe général du cloisonnement en lui-même, il est certain qu'on ne peut guère envisager de transformation radicale, pour les raisons que j'ai indiquées déjà, étant donnée la nature du service qu'accomplissent les paquebots. On ne pourrait songer à réduire à l'excès les dimensions de certains locaux, ni renoncer à l'aisance de circulation que doivent assurer les passages, surtout si l'on considère l'accroissement de sécurité qui doit résulter de l'existence de coursives dont les cloisons et les plafonds seront exclusivement métalliques ou construits en matériaux ignifugés, lambourdés de même. Mais bien des me-

sures efficaces paraissent cependant s'imposer. Indépendamment des grandes cloisons pare-feu, dont on devra multiplier le nombre, les coursives pourraient être encore sectionnées par des portes intermédiaires, au besoin vitrées, qui opposeraient un obstacle permanent, non seulement aux courants d'air, mais encore, en cas de sinistre, aux flammes et plus encore à l'invasion de la fumée, qui apporte une gêne considérable à l'organisation des secours et à l'évacuation en bon ordre des locaux menacés.

Il aura suffi d'évoquer ces quelques aspects du problème de la protection contre l'incendie, pour que le lecteur se rende compte que celui-ci intéresse profondément l'évolution de la construction navale, dans la phase de son plus proche avenir et que ce ne sera pas trop que de mettre à contribution toutes les ressources de la technique scientifique, en vue de prévenir un péril, qui est actuellement le plus redoutable de tous ceux que comporte l'exercice de la navigation.

LE POISSON DE MER DANS L'ALIMENTATION PUBLIQUE

par **G. HINARD**

Inspecteur général à l'Office des Pêches maritimes

Voici de nouveau le poisson à l'ordre du jour. Il s'agit spécialement du poisson de mer, qui fut déjà l'objet, en ces dernières années, de plusieurs grandes manifestations : Quinzaine du poisson de Lorient, Semaines du poisson de La Rochelle, de Boulogne-sur-Mer, de Dieppe, et en faveur duquel une très active propagande est faite, sous diverses formes, auprès du public français.

Au X^e^ Salon des Arts Ménagers le ministère de la Marine marchande avait organisé une Quinzaine du poisson, à laquelle participèrent la plupart de nos grands ports de pêche et qui attira de nombreux visiteurs. Un mois plus tard, une Semaine du poisson s'insère dans le cadre de la Foire de Lyon. Des conférences, des démonstrations d'apprêt culinaire et même des distributions gratuites de poisson y sont prévues.

Bref, dans le double but d'aider au développement de la pêche maritime française et de procurer au public une denrée alimentaire dont il semble qu'il pourrait tirer meilleur profit, on nous invite par tous les moyens à manger du poisson, à en manger de plus en plus, en nous donnant à ce sujet maints arguments d'ordre économique, social et physiologique.

Sans entrer dans le détail, voyons ce que valent ces arguments. Recherchons aussi pourquoi le public n'y répond pas comme on le souhaiterait, semble même parfois résister de propos délibéré à la force persuasive des raisons qu'on lui expose si abondamment.

Nul n'ignore que la pêche maritime française traverse des temps très pénibles. Elle s'est industrialisée de plus en plus. Elle a développé considérablement ses moyens d'action, perfectionné ses engins, elle s'est outillée, en un mot, pour une production croissante. Dans cette entreprise assurément louable en soi, armateurs et pêcheurs ont investi un très gros capital. Pour que cet effort soit récompensé comme il le mérite, il faut d'abord que la pêche soit fructueuse, c'est-à-dire que le poisson abonde sur les lieux de pêche accessibles à nos bateaux. Ce n'est pas toujours le cas, malheureusement. Lors du dernier Congrès international d'aquiculture et de pêche, qui se tint à Paris en 1931, une grande place fut faite à la question de l'appauvrissement de certains *fonds* habituellement fréquentés par les chalutiers, et sur les moyens possibles d'y remédier, tout au moins d'éviter que la situation ne s'aggrave.

En second lieu, il faut, si le rendement de la pêche est satisfaisant, que le produit trouve un écoulement facile, soit sur les marchés, pour la consommation directe, soit dans les fabriques de conserves. A l'heure actuelle, celles-ci sont dans le marasme, comme tant d'autres industries. En temps normal, elles ne peuvent absorber qu'une fraction assez petite de la pêche maritime totale. D'où la nécessité d'élargir de plus en plus le débouché offert au poisson frais.

D'un autre côté, il y a un intérêt économique évident à ce que la population trouve à sa portée des denrées alimentaires en aussi grande abondance et en aussi grande variété que possible. Or, la mer est un réservoir immense de ri-

chesses alimentaires. L'homme y a puisé de tout temps. Il pourrait y puiser bien davantage sans le tarir. De fait, la plupart des nations maritimes se consacrent de plus en plus à l'exploitation intensive des ces richesses et l'*aliment marin* y prend une place de plus en plus grande.

Pour ne citer qu'un de ces pays, je dirai qu'en Grande-Bretagne la consommation du poisson atteint environ 1.200.000 tonnes, contre 200.000 en France, soit encore 25 kgr. par tête et par an, chez nos voisins, contre 5 kgr. chez nous. Cette comparaison suffirait à justifier la campagne de propagande dont j'ai parlé au début de cet article.

La variété de l'alimentation, que le poisson de mer concourt à augmenter, présente aussi un intérêt physiologique, bien établi par des expériences scientifiques et par l'observation courante. Ainsi, on a constaté durant la Grande Guerre que la monotonie des menus, jointe au défaut d'assaisonnement et de condiments, fut la cause de très nombreux cas de dyspepsie et surtout de perte d'appétit. (J. Alquier, *Quelques conséquences physiologiques d'une alimentation basée sur des considérations scientifiques*).

Immense réservoir de vie — et même source de toute vie, puisqu'elle vit apparaître en son sein la première cellule vivante, naître, puis évoluer les premiers être organisés — la mer offre en abondance aux animaux qui y vivent tous les éléments vitaux nécessaires ou seulement utiles. Sa faune est extraordinairement féconde. On n'y observe pas ces *déficiences*, ces maladies de carence qu'éprouvent souvent les animaux terrestres, plus particulièrement les animaux domestiques. (Faut-il rappeler ici à combien de savants travaux a déjà donné lieu le problème de l'alimentation rationnelle des animaux de ferme ou de basse-cour?)

« Mangeons, disait déjà Michelet, bien avant que la science de l'hygiène alimentaire eût pris rang parmi les autres sciences, mangeons toutes choses marines, où la vertu de la mer est concentrée. » Paroles de poète, dira-t-on ; paroles de clairvoyant, dont les récentes acquisitions de la chimie et de la biologie font ressortir la vérité.

Le poisson est essentiellement un aliment azoté. A cet égard, on a pu affirmer avec raison qu'il vaut la viande. En effet, ses protéines ont sensiblement la même composition élémentaire que les protéines de la chair des mammifères terrestres. Elles ont un pouvoir calorifique équivalent. Elles fournissent par hydrolyse la même gamme de produits de dédoublement (Kœnig et Splittgerber, Osborne et collaborateurs, etc.), On trouve notamment dans ces produits l'histidine et le tryptophane, corps aminés dont la fonction, dans l'économie de l'organisme humain, était demeurée obscure — bien que la nécessité en fût démontrée — jusqu'aux beaux travaux de MM. Fontès et Thivolle, qui réussirent à mettre en évidence leur propriété *hématogène*, la contribution indispensable qu'ils apportent à l'édification de la molécule d'hémoglobine.

Pour les protéines du muscle de poisson comme pour celles de la viande, même coefficient de digestibilité, soit environ 95 %. Mais, grâce probablement à la différence de contexture des tissus, les matières azotées du poisson se digèrent plus aisément, c'est-à-dire plus vite que celles de la plupart des viandes. C'est là, pour une part au moins, ce qui a donné lieu au préjugé combattu aujourd'hui par les physiologistes, que le poisson n'est pas nourrissant. Estomac promptement dégagé, cela ne signifie pas mauvaise assimilation de l'aliment, bien au contraire.

En outre des matières azotées, certains poissons nous apportent aussi des doses relativement élevées de matières grasses.

Il faut ici faire une digression. Si les poissons dits *maigres*, comme les gadidés (morue, merlu, merlan, églefin ou haddock, etc.), comme certains poissons plats (raie, sole, limande, plie ou carrelet) sont toujours maigres, leur chair renfermant souvent moins de 1 % de matière grasse, jamais plus de 2 % (1), les poissons gras (hareng, sardine, maquereau, thon, lamproie, saumon, etc.), accusent à cet égard des variations considérables, qui permettraient parfois de les ranger dans l'autre catégorie. Par exemple les tables d'Alquier (*Les aliments de l'homme*) devenues classiques, indiquent pour le hareng une teneur moyenne en matière grasse de 6 % ; mais Milroy, ayant analysé des harengs pêchés, à la même époque, sur la côte occidentale d'Ecosse, trouva 12,70 % de graisse dans la chair d'individus immatures, 8,18 % dans celle de harengs « pleins », avant le frai, et 1,55 % seulement dans celle de harengs « vides » ou « guais », venant de frayer.

D'autre part, les analyses montrent des écarts d'assez grande amplitude dans la proportion d'eau de la chair ; elle peut varier, en chiffres ronds, de 65 à 80 %. Mais c'est qu'il y a, comme Fage et Legendre l'ont montré particulièrement pour la sardine, jeu de balance entre l'eau et la graisse ; de telle sorte que la matière azotée, véritable principe structural du muscle, varie assez peu et se présente dans un degré d'hydratation relativement constant, voi-

(1) Ces poissons maigres ne sont pourtant pas dépourvus de matière grasse. Mais ils la localisent, en tant qu'aliment de réserve, dans leur foie. Chez la morue, le foie atteint parfois le tiers du poids total du corps et renferme jusqu'à 60 % de matière grasse (huile, bien connue).

sin de 72 %, ainsi que je l'ai montré ailleurs (*Le poisson de mer*, in *Bull. de la Société scientifique d'hygiène alimentaire*).

La matière grasse musculaire du poisson est une graisse neutre, comme les autres graisses animales ; elle a le même pouvoir calorifique. En général, elle se distingue des graisses de mammifères terrestres par une proportion plus haute d'acides gras « fortement insaturés », dont le type est l'acide clupanodonique, isolé pour la première fois par le chimiste japonais Tsujimoto. Leur coefficient de digestibilité n'en est pas affecté ; l'expérience a même montré que l'assimilabilité des corps gras est en rapport direct avec leur teneur en acides gras non saturés (Terroine). Elles sont ordinairement riches en vitamines A et D, facteur de croissance et facteur antirachitique.

Les matières protéiques dégageant environ 4 calories par gramme, tandis que les matières grasses en dégagent 9, il s'ensuit que la valeur calorifique *du poisson de mer* est très diverse, suivant les espèces et les individus. Ainsi, la morue fraîche (cabillaud) fournira de 70 à 75 calories par 100 gr. ; un maquereau à 9 % de graisse en fournira 160 ; une lamproie, à 13 % de graisse, 180 calories par 100 gr. Des variations analogues s'observent avec les viandes, selon qu'elles sont plus ou moins grasses. D'une manière générale toutefois, celles-ci possèdent une valeur calorifique plus élevée que le poisson.

La chair de poisson est dépourvue (comme la viande, sauf celle des équidés) de matière hydrocarbonée (glycogène). Mais on en trouve quelque peu dans la chair des crustacés et surtout, quelquefois très abondamment, dans le foie des mollusques comestibles : tel est, par exemple, le cas des huîtres improprement dénommées « grasses ».

Enfin, nous devons dire quelques mots des matières minérales qui, bien que n'étant pas nutritives au sens étroit du mot, n'en ont pas moins, on le sait, une grande importance dans la composition des régimes alimentaires. On considère que la chair de poisson en contient généralement un peu plus que la viande. Cela peut avoir son intérêt dans un régime très riche en poisson. Dans un régime varié, où le poisson, même consommé souvent, n'entre que pour une mince fraction, l'argument perd beaucoup de sa valeur. Il convient cependant de rappeler que, d'après Slowzoff, les « sels alimentaires » du poisson seraient mieux résorbés dans l'organisme que ceux de la viande et qu'en particulier le phosphore, dont tous les aliments marins sont relativement riches, trouverait une meilleure utilisation. C'est une des raisons pour lesquelles l'usage du poisson est recommandé aux intellectuels.

Mais il y a plus. A côté des éléments minéraux vulgaires (sodium, potassium, calcium, magnésium, sous forme de chlorures, sulfates, phosphates, carbonates, que peuvent nous fournir la plupart de nos aliments, il en est d'autres dont on sait l'utilité parce que l'analyse en révèle l'existence dans tous les organismes normaux, où ils semblent jouer le rôle de catalyseurs de diverses réactions chimiques, et dont le défaut ou l'insuffisance peut avoir de graves conséquences physiologiques. Or, l'eau de mer véhicule, à doses quelquefois impondérables, il est vrai, tous les éléments connus ; du moins, la liste s'allonge-t-elle au fur et à mesure que les moyens d'investigation se perfectionnent. A si petite dose qu'ils y figurent, leur masse est telle que les organismes marins peuvent s'y approvisionner selon leurs besoins. Ils concentrent même, par un phénomène bien connu d'affinité sélective, ceux qui leur sont spécifiquement nécessaires à plus haute dose. Citons seulement à ce pros la concentration de l'iode chez les laminaires, celle du cuivre et du zinc chez l'huître.

L'ingestion fréquente d'aliments marins nous permettrait donc de récupérer notre dose utile de ces éléments, qui s'éliminent avec nos déchets vitaux et dont il faut renouveler la provision.

En résumé, il résulte des expériences faites, comme des enseignements physiologiques fournis par l'exemple des peuples ichtyophages et des populations maritimes de notre propre pays, que le poisson de mer est un excellent aliment, nourrissant, aisément assimilable, et dont, en outre, l'usage continu ne présente pas, pour les individus d'un certain âge, les désagréments trop connus de l'alimentation carnée proprement dite. A ce point de vue, il semble qu'on pourrait situer le poisson entre la viande et les aliments végétaux.

Tournons-nous maintenant de l'autre côté, prenons place parmi les consommateurs à qui ces bonnes raisons viennent d'être données.

Nous y verrons beaucoup d'amateurs de poisson, qui en mangent souvent et qui s'en trouvent bien. Nous en verrons aussi qui boudent contre leur goût. A cela, il y a plusieurs causes. Bornons-nous à examiner les principales.

La consommation publique du poisson est déterminée pratiquement par le *prix* et par la *fraîcheur* des produits mis sur le marché.

L'économie politique nous enseigne que le prix d'une marchandise est fonction de l'offre et de la demande. Cette loi, de nos jours, a bien subi quelques outrages ; elle n'en demeure pas moins la loi. Or, la pêche est essentiellement aléatoire. On ne saurait exiger d'elle la continuité, la régularité d'approvisionnement à laquelle se prête l'élevage. Tantôt les apports sont

surabondants et tantôt déficitaires. Donc, fluctuation inévitable des cours. Il n'est pas rare de voir certains poissons communs, tel le merlu, ou colin, atteindre le même prix que des poissons fins. Ces anomalies indisposent l'acheteur. Ajoutez à cela je ne sais quels trafics d'intermédiaires, que le public pressent fort bien sans les connaître précisément, et qui dans son esprit sont la principale cause des hauts prix demandés pour de poisson.

Mais, répliquent les ichtyophiles militants, il arrive souvent que tel poisson, excellent d'ailleurs, soit à un prix très avantageux et que l'acheteur le dédaigne, pour choisir, par contre, un poisson rare ce jour-là, et cher, par conséquent ; ou encore, qu'entre deux boutiques vendant la même marchandise, il aille à celle qui vend au plus haut prix.

Question de goût, d'abord. Tel qui veut manger du merlan ne s'accommode pas toujours de le remplacer par de la dorade, si son budget lui permet de ne pas trop regarder au prix. Et puis, appréhension instinctive devant un prix exceptionnellement bas, crainte d'acheter du poisson « pas frais ». Crainte, il faut bien le dire, qui n'est pas toujours injustifiée — même quant le prix n'a rien d'alarmant.

Si la chair de poisson est si facilement digestible, attaquable par la pepsine gastrique et par la trypsine pancréatique, elle se dégrade aussi aisément dès la mort de l'animal, sous l'action de ses propres enzymes cellulaires ou intestinales et sous l'action des bactéries. C'est une denrée éminemment périssable, dont la sagesse populaire se méfie. A la vérité, cette méfiance est peut-être excessive, car il semble bien établi que les bactéries vulgaires de la putréfaction — du moins pendant tout le temps où le poisson est encore consommable — ne créent pas de toxines ou ne le font qu'en quantités insignifiantes, et que les cas bien nets d'empoisonnement par le poisson soient dus aux toxines secrétées par des bactéries tout à fait accidentelles : bacilles du botulisme ou divers staphylocoques (Jordan, *Food-poisoning and food-borne infection*). C'est généralement par une autolyse, d'essence diastasique, que débute la corruption.

Mais il faut tenir compte des idiosyncrasies, d'intolérances particulières, et de la répugnance bien compréhensible du consommateur à l'égard d'une denrée qui, bien qu'inoffensive, aura commencé à se corrompre et dont le début de décomposition se manifeste en offensant l'odorat.

Or, trop souvent encore, dans les localités mal desservies et même dans les grandes villes, on offre à l'acheteur du poisson qui, soit qu'il ait mal voyagé, soit qu'il ait été *resserré* dans des conditions défectueuses, n'a plus droit à la dénomination de poisson frais. Les Sociétés d'armement à la pêche, les expéditeurs de marée, les Compagnies de chemins de fer se sont beaucoup préoccupés de cette question et il est indéniable que de très sensibles progrès ont été réalisés. On y travaille encore et même très activement. Certains procédés de réfrigération ou de congélation du poisson à bord des bateaux de pêche, auxquels je ne peux que faire allusion ici, l'extension de l'usage de la *glace sèche*, ou glace carbonique, l'augmentation de notre matériel roulant frigorifique, l'accroissement du trafic rapide par auto-camions, apporteront sans aucun doute de nouvelles améliorations. Il faut que, de leur côté, à l'autre bout de la chaîne, les « distributeurs » comprennent tous leurs obligations, aménagent leurs magasins comme ils doivent l'être pour le commerce d'une denrée si fragile et enfin se rendent compte qu'en passant à leur clientèle du poisson « avancé », ils évitent bien une perte immédiate, mais s'en préparent de beaucoup plus grosses pour l'avenir.

Pour finir, nous ne croyons pas inutile de rappeler les caractères du poisson frais, tels qu'ils ont été décrits par une Commission instituée en 1924 au ministère (alors sous-secrétariat) de la Marine marchande, pour l'étude des moyens propres à augmenter la consommation du poisson dans les collectivités publiques.

« Ces caractères sont tirés de l'aspect général, de l'état de quelques organes extérieurs, de celui du ventre, de la consistance, de l'état des viscères.

» L'aspect du poisson qui sort de l'eau est brillant. La couleur présente des tons chauds et vifs. Les reflets irisés constituent le plus sûr gage de fraîcheur. Teintes et reflets sont des caractères d'ailleurs fragiles ; ils disparaissent avant que la putréfaction ait commencé. Les écailles sont brillantes et adhérentes ; les nageoires, entières, intactes, humides. L'œil est clair, vif, brillant, saillant ; il remplit bien l'orbite. La pupille, large, et noire, est encerclée par l'iris jaune d'or. Les ouïes ou branchies sont rouges, humides. Elles ne dégagent d'autre odeur que celle de la marée.

» Le ventre est bien cylindré, intact, brillant. Il n'est ni effondré, ni taché.

» Le poisson est ferme dans toutes ses parties ; il résiste à la pression du doigt ; raide et inflexible, on peut le soulever tout d'une pièce. La chair ne conserve pas l'empreinte du doigt.

» A l'ouverture du ventre, l'intestin est brillant, nacré, inodore.

« Ces caractères ne se retrouvent pas intégralement dans le poisson pêché depuis quelques jours et conservé dans de la glace ou dans un entrepôt frigorifique. Ils n'ont d'ailleurs pas tous la même valeur et ne disparaissent pas tous simultanément. En général, on peut dire

qu'un seul des caractères de fraîcheur étant observé, le poisson est encore propre à la consommation.

« Tout poisson malodorant doit être rejeté. »

Il va de reste que le poisson doit être accommodé dans le minimum de temps après l'achat, à moins qu'on ne dispose de moyens spéciaux de conservation. S'il faut le garder quelque temps, il est recommandé de procéder à l'éviscération ou vidage, opération qui doit être faite avec soin et en y observant la plus méticuleuse propreté, en évitant de déchirer les viscères et surtout de crever les entrailles, dont le contenu est toujours riche en germes de putréfaction.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

Observation directe des protubérances. — L'observation des protubérances n'était autrefois possible que pendant les éclipses lorsque le disque éblouissant du Soleil est caché par la Lune. Les protubérances se présentent alors comme de petites flammes roses qui s'échappent du bord solaire et que l'on peut observer visuellement ou photographier.

Mais les éclipses sont bien rares et bien courtes et nos connaissances sur les protubérances n'auraient guère avancé si Jansenn et Lockyer n'avaient donné en 1868 le moyen de les observer en tout temps en isolant la lumière d'une raie chromosphérique appropriée avec un spectroscope à fente large. Le spectrohéliographe, puis le spectrohélioscope sont venus plus tard augmenter nos moyens d'observation. On doit à ces moyens spectrographiques la connaissance de la périodicité des protubérances, de leur distribution sur le disque, de leurs relations avec les autres phénomènes solaires, mais les fins détails de leur structure leur échappe ainsi que leurs mouvements. Les protubérances sont, en effet, animés de mouvements complexes, parfois extrêmement rapides que l'on ne peut saisir avec des procédés qui demandent plusieurs minutes de pose.

M. Bernard Lyot, de l'Observatoire de Meudon, dans ses beaux travaux sur l'étude de la couronne en dehors des éclipses, avait réussi à observer directement les protubérances et à les photographier au Pic du Midi, sans qu'il y ait eu d'éclipse, en pointant sur le Soleil une lunette spéciale, qu'il a appelée un coronographe, et dans laquelle la diffusion de la lumière par les pièces optiques de l'instrument était éliminée. C'est cette diffusion instrumentale, ajoutée à la diffusion atmosphérique, qui masque dans les conditions habituelles à la fois les protubérances et la couronne. L'observation directe des protubérances, moins difficile certes que celle de la couronne, nécessite cependant un ciel assez transparent que l'on rencontre d'ailleurs très fréquemment au Pic du Midi. Lorsque le ciel était assez pur, les protubérances se montraient directement avec leur couleur propre. Lorsque le ciel était un peu moins beau, il suffisait d'interposer un verre rouge pour les faire apparaître.

La facilité relative, au Pic du Midi, de l'observation des protubérances avec le coronographe avait laissé espérer à M. Lyot que le même appareil pourrait permettre leur observation en toute station, et en particulier à l'Observatoire de Meudon. Les premiers résultats ont été médiocres. Même avec un bon écran rouge les protubérances en mai et juin 1932 n'ont été visibles que quatre fois, et leurs contrastes étaient peu accusés. Il est vrai qu'à Meudon, même par les plus belles journées, la brillance du ciel au voisinage du bord solaire reste trente fois plus forte qu'au Pic du Midi. Il fallait réussir à la diminuer, mieux que ne le faisait l'écran rouge employé.

M. Lyot a été ainsi amené à étudier un écran monochromatique très transparent pour la raie rouge Hα de longueur d'onde 6563 A et ne laissant passer qu'une petite portion du spectre continu voisin. Des solutions de colorants, de sels métalliques, principalement de terres rares, et des verres colorés ont été essayées. Le filtre auquel ces essais ont abouti est constitué par une cuve de 50 mm. d'épaisseur et de 30 mm. de diamètre pleine d'une solution aqueuse saturée de nitrate de néodyme légèrement acide. La cuve est fermée d'un côté par une glace de verre incolore, de l'autre par une glace de 5 mm. d'épaisseur taillée dans un verre de Schott RG 2.

Le filtre ainsi constitué laisse passer une bande du spectre continu dont la largeur moyenne est de 80 A au milieu de laquelle se trouve la raie C. Il possède d'autres bandes de transmissions très étroites dans l'extrême rouge et l'infra rouge. La première seule, située vers 7030, impressionne sensiblement l'œil, et les plaques panchromatiques, mais la lumière diffusée, de cette longueur d'onde, n'est guère sensible.

Ce filtre est installé à la suite du coronographe sur la nouvelle table équatoriale de Meudon. Il fait apparaître les protubérances avec intensité même par ciel brumeux ou à travers de légers nuages, tant que la brillance du ciel près du bord solaire ne dépasse pas 500 millionièmes de celle du Soleil. Cette condition est presque toujours réalisée à Meudon lorsqu'il n'y a pas de cirrus devant le soleil.

Un temps de pose de une seconde suffit pour obtenir une image solaire de 8 cm. de diamètre, tandis qu'au spectrohéliographe, il faut une pose de plusieurs minutes. Avec des temps de pose si courts, il sera possible d'analyser au moyen de films cinématographiques les mouvements complexes des protubérances et peut-être de découvrir ainsi le mécanisme de leur illumination.

Ces nouveaux résultats, que M. Lyot a fait connaître à l'Académie des Sciences, (*C. R.*, 21 nov. 1932) complètent ceux qu'il avait obtenus pour l'observation de la couronne solaire en dehors des éclipses. Ils sont pleins de promesses pour les découvertes à venir. C'est une nouvelle conquête à l'acquis de notre Observatoire de Physique solaire, déjà illustré dans des recherches analogues par Jansen, l'auteur de la première observation des protubérances en dehors des éclipses, et par Deslandres, un des inventeurs du spectrohéliographe.

J. B.

Electricité

Le permali. — Depuis quelques temps est apparu, sous le nom de « permali », un nouvel isolant électrique dérivé du bois et des résines synthétiques, sur lequel M. Steinmann a publié des renseignements susceptibles d'intéresser les techniciens (« Revue Générale de l'Electricité », 5 novembre 1932). Il se présente habituellement sous deux aspects : l'un assez semblable à un bois ordinaire légèrement coloré ; l'autre, à un bois contreplaqué à texture extrêmement serrée.

On sait que les résines synthétiques résultent de la combinaison de substances à fonctions chimiques aldéhydiques avec des substances à fonctions phénoliques ; en associant l'une quelconque de ces substances aldéhydiques avec les diverses substances à fonctions phénoliques, on obtient chaque fois un produit nouveau, ce qui fournit une gamme très étendue de résines synthétiques parmi lesquelles les plus intéressantes, pour le moment, sont celles à base de phénol-formol. Mais le phénol étant relativement coûteux, on se contente de trierésol qui, avec le formol, donne le produit vendu en France sous les noms de bakélite, gédélite, etc...

Pour la fabrication du permali les résines sont utilisées sous forme de solutions alcooliques que l'on injecte dans le bois, l'examen micrographique prouve que l'incorporation de résine synthétique dans le bois se fait sous forme de gouttelettes ou de filaments minuscules séparés les uns des autres par le tissu ligneux, alors que dans les papiers bakelisés elle se fait sous forme de pellicules très minces qui alternent avec les feuilles de papier impénétrables à la résine. L'examen micro-chimique montre que la résine exerce soit par elle-même, soit par son solvant, une action utile sur les parois cellulaires et leur contenu alors qu'elle n'en exerce aucune sur le papier. Ainsi le permali se présente comme une charpente fibreuse imprégnée de résines, ou encore, comme une résine synthétique armée d'un très solide réseau fibreux.

L'examen des diverses propriétés électriques et mécaniques montre qu'il s'agit d'un produit intéressant, susceptible de rendre des services dans l'industrie électrotechnique. Parmi les principales applications qui en ont été faites, M. Steinmann signale, en ce qui concerne l'industrie électrique, le remplacement, par le permali, des diverses pièces isolantes employées dans la construction des disjoncteurs, des transformateurs et des machines tournantes, ainsi que dans les installations d'usines génératrices et de réseaux de distribution électrique.

Une autre utilisation intéressante a été faite par les Compagnies de chemins de fer dans les services de signalisations et les réseaux électrifiés. A. Bc.

Chimie physique

Les poids atomiques physiques. — La spectrographie de masse, basée sur l'analyse chimique par rayons positifs, a permis, on le sait, la comparaison effective des poids individuels des atomes. Les poids atomiques qu'elle fournit ont reçu le nom de poids atomiques physiques, pour les distinguer des poids atomiques chimiques ordinaires, déduits de l'observation globale d'un grand nombre de molécules et d'atomes. Les poids atomiques physiques ont fait l'objet, en novembre 1932, à Birmingham, sous les auspices de la Chemical Society, d'une conférence de l'auteur de la spectrographie de masse, F. W. Aston.

(1) « Chemistry et Industry », 9 décembre 1932.

Ainsi que le rappelle tout d'abord Aston, l'analyse chimique au moyen des rayons positifs fut inaugurée, en 1910, par Sir J. J. Thomson. Les premiers résultats de la méthode parurent militer en faveur de l'hypothèse de Dalton, concernant l'identité de poids de tous les atomes d'un même élément. Cependant, dès 1912, s'avérait la résolution du gaz rare néon en deux constituants simples, de masses atomiques respectives 20 et 22, constituants qui reçurent le nom d'isotopes, par extension d'une notion déjà acquise en radioactivité. La circonstance imposa immédiatement de ne plus confiner la notion d'isotope au domaine radioactif, où elle avait pris naissance, et de l'étendre à la chimie tout entière.

La construction par Aston, en 1919, du spectrographe de masse, correspondit à un progrès considérable. L'appareil comportait, en effet, des mesures à la précision du millième, précision désormais comparable à celle des procédés analytiques proprement dits. Pour les éléments non susceptibles de se scinder en isotopes, les poids atomiques fournis par le spectrographe de masse furent vérifiés proches de valeurs entières et en excellente concordance avec les poids atomiques chimiques. Pour les éléments résolubles en plus ou moins d'isotopes, les constituants isotopiques se trouvèrent avoir des poids atomiques approximativement entiers, et être présents dans les proportions prévues ; quelques exceptions cependant furent mises en évidence, notamment pour le krypton et pour le xénon.

Aston apporte quelques indications sur l'estimation de l'abondance relative des isotopes. L'abondance relative des isotopes peut être calculée à partir des intensités des raies de masse. A l'observation photométrique purement visuelle des débuts, on a maintenant substitué des mesures de photométrie photoélectrique. On a aussi pratiqué, comme l'a fait Dempster, des mesures magnétiques et électriques directes des rayons positifs intervenant dans les processus.

Lorsqu'on opère par photométrie, procédé adopté par Aston, ce sont naturellement les raies les plus faibles qui offrent le plus de difficultés. A intensité de raie égale, c'est pour les éléments de poids atomique faible que les erreurs relatives sont les plus grandes. En outre, pour un élément léger, tel que le lithium, dont les isotopes ont des masses notoirement différentes, il est téméraire, pour les diverses particules, de présumer, à énergie égale, une réaction identique de la plaque photographique. Ces derniers inconvénients disparaissent avec des éléments lourds, tels que le plomb, éléments pour lesquels la méthode peut entrer en concurrence avec la meilleure pratique chimique.

Avec son nouveau spectrographe de masse, construit en 1925, Aston est parvenu à atteindre la précision du dix-millième, dans des conditions favorables. Actuellement, il n'y a pas moins de trente-trois éléments, pour les isotopes desquels les écarts à la loi des nombres entiers ont été déterminés.

Des techniques optiques, concernant en particulier l'examen des bandes d'absorption, sont venues d'ailleurs parfaire les données de la spectrographie de masse.

A l'oxygène et à l'hydrogène eux-mêmes, on a reconnu des isotopes. Pour l'oxygène, Giauque et Johnson ont décelé des constituants isotopiques de masses respectives 17 et 18 à côté du constituant principal, de masse 16. Pour l'hydrogène, Urey et ses collaborateurs ont mis en évidence l'existence d'un constituant isotopique extrêmement peu abondant, de masse 2. S. V.

Hygiène

La législation sur les sérums thérapeutiques. — En vigueur depuis trente-cinq ans, la législation sur les sérums thérapeutiques et divers produits médicamenteux d'origine organique a rendu à l'hygiène publique des services appréciés. Promulguée au lendemain de la découverte du sérum antidiphtérique et des premiers produits opothérapiques, elle ne répond plus entièrement, aujourd'hui, aux besoins créés par les nouvelles et riches acquisitions de la bactériologie et de la physiologie.

Le législateur de 1895 ne pouvait tout prévoir de l'évolution scientifique et son œuvre restait en suspens. C'est à des conceptions nouvelles qu'il faut en appeler, aujourd'hui, et à des nécessités imprévues qu'il convient de satisfaire.

Parallèlement à l'évolution scientifique, l'introduction dans notre législation de textes relatifs à la répression des fraudes et à l'exercice de la pharmacie a contribué à rendre désuète et inopérante la loi du 25 avril 1895. De ce point de vue aussi, quelques redressements de forme sont nécessaires.

Un projet de loi a été déposé à ce propos (Doc. parlementaires, Ch. des députés, N° 1290.)

Il a pour seul but d'adapter aux besoins actuels le texte même de la loi de 1895, sans rien modifier à son esprit.

Il a reçu l'approbation de la Commission des sérums et vaccins, de l'Académie de médecine et du Conseil supérieur d'hygiène publique de France.

En voici les principales dispositions :

« Article premier. — Les virus atténués ou non, sérums thérapeutiques, toxines modifiées ou non et les divers produits d'origine microbienne pouvant servir, sous une forme quelconque, au diagnostic, à la prophylaxie ou à la thérapeutique ne pourront être débités, à titre gratuit ou onéreux, qu'autant qu'ils auront été, au point de vue de leur origine, de leur provenance, de leur appellation, de leur fabrication, des moyens de leur identification et de leur teneur en substances utiles, l'objet d'une autorisation du Gouvernement rendue après avis de l'Académie de médecine et du Conseil supérieur d'hygiène publique de France.

« Sont soumises à la même procédure les substances injectables d'origine organique, non définies chimiquement, utilisables à des fins thérapeutiques.

« L'autorisation est temporaire ; elle peut être révoquée dans les formes où elle a été accordée.

« Les produits visés par la présente loi sont soumis à une inspection exercée par une Commission nommée par le Ministre compétent. Les frais d'enquête pour autorisation incombent au demandeur, les frais de contrôle incombent à l'Etat.

« Art. 2. — Les produits visés à l'article précédent seront délivrés au public par les pharmaciens, sur ordonnances médicales. En cas d'urgence, les médecins sont autorisés à les fournir à leur clientèle.

« Lorsqu'ils seront destinés à être délivrés à titre gratuit aux indigents, les flacons contenant ces produits porteront dans la pâte du verre les mots :

« Assistance publique. — Gratuit.

« Ils pourront alors être déposés, en dehors des officines de pharmacie et sous la surveillance d'un médecin, dans les établissements d'assistance désignés par l'Administration, qui auront la faculté de se procurer directement ces produits.

« Toutes ces prescriptions ne s'appliquent pas au vaccin jennérien humain ou animal.

« Art. 3. — La livraison de ces produits, à quelque titre qu'elle soit faite, est assimilée à la vente et soumise aux dispositions de la loi du 1er août 1905 sur la répression des fraudes.

« En conséquence, seront punis des peines portées à la loi du 1er août 1905 ceux qui auront trompé sur la nature desdites substances qu'ils sauront être falsifiées ou corrompues et ceux qui auront trompé ou tenté de tromper sur la qualité des choses livrées.

A. R.

SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

La situation actuelle du moteur Diesel dans les marines marchandes. — Le tonnage total des navires à moteur Diesel atteignait à peine 235 000 tonneaux en 1914, en comprenant dans ce chiffre les voiliers à moteur auxiliaire. La progression, interrompue pendant tout le cours des hostilités, ne s'élevait encore, en 1925, qu'à 2 714 000 tonneaux, dont plus d'un million pour les voiliers. Le total des navires à moteur proprement dits était de 1 650 000 tonneaux. Ce dernier tonnage passait à presque 4 millions en 1928 ; à 6 343 000 en 1930, pour atteindre 9 760 000 en 1932. Le tonnage des navires à moteur lancés chaque année a atteint en moyenne, au cours de la dernière période, 40 % du tonnage total lancé.

Au 1er juillet dernier, le total des navires en construction comprenait 480 000 tonneaux de navires à moteurs, contre 628 000 de vapeurs. Encore faut-il considérer que la proportion des navires à Diesel est en réalité un peu plus élevée, en raison de la présence sur cale d'un certain nombre de grands paquebots à vapeur, dont la construction est beaucoup plus longue.

Mais les statistiques globales ne nous renseignent nullement sur les modalités, ni même sur l'allure vraie de l'essor du Diesel. A ne consulter qu'elles, on pourrait conclure qu'il s'agit d'un progrès entier et définitif, qui marque l'avènement d'un nouveau mode de propulsion, avec le déclin corrélatif des appareils à vapeur. C'est d'ailleurs, notons-le au passage, sur des impressions superficielles de ce genre qu'est basée l'invraisemblable ignorance qui règne dans le public sur tout ce qui concerne les questions maritimes, ignorance dont la responsabilité incombe, pour une large part, à la qualité habituelle des informations qui sont publiées sur tous ces sujets.

Les enseignements sérieux ne peuvent découler que d'une documentataion sûre, émanant des organismes en services spécialisés à cet effet et qui, seuls, sont en mesure de fournir les interprétations exactes, faute desquelles les chiffres ne présentent qu'un sens illusoire, pour qui n'est pas spécialiste.

Le *Bureau Veritas*, qui est tout particulièrement qua-

lifié pour les enquêtes de ce genre, a publié dans son *Bulletin technique* de septembre dernier, quelques précisions sur la situation exacte du moteur à combustion dans la marine marchande.

L'étude du *Veritas* distingue trois catégories de navires, selon que leur jauge est inférieure à 4 000 tonneaux, ou comprise entre 4 000 et 15 000, ou enfin supérieure à 15 000 tonneaux. Or, si la première et la dernière de ces catégories comprennent respectivement 1 785 000 et 680 000 tonneaux de « motorship », la deuxième en compte à elle seule 7 570 000. On voit par là que le développement du Diesel intéresse principalement les navires de tonnage relativement élevé, en particulier les cargos et surtout les pétroliers. Pour ces derniers navires, le Diesel tend effectivement à supplanter la machine à vapeur ; sur le total des 275 000 tonneaux de pétroliers qui sont actuellement en construction, il n'existe que 14 000 tonneaux à vapeur. Quant aux pétroliers à moteur qui sont à ce jour en service, leur tonnage total se chiffre à 3 346 000, soit 37,5 % de la flotte pétrolière mondiale.

Sur ce total, la Norvège possède 999 000 tonneaux et l'Angleterre 906 000, les Etats-Unis 318 000.

Si nous considérons à présent les navires de la première catégorie (jauge inférieure à 4 000 tonneaux), nous constatons que les progrès du Diesel y sont surtout marqués à l'égard des navires de pêche, ainsi que des bâtiments à destination spéciale (navires de servitude, hydrographiques, etc.) ; en ce qui concerne ces derniers, le Diesel est associé le plus ordinairement à la conception de la propulsion électrique, ou, pour mieux dire, à la généralisation de l'emploi de l'électricité pour tous les services.

Dans la même catégorie, réserve faite pour certains petits paquebots à traversée très courte, le moteur à combustion ne progresse qu'assez lentement dans la classe des paquebots et celle des cargos.

La flotte des grands paquebots, qui constituent la catégorie des navires de plus de 15 000 tonneaux, comprend environ 35 navires à moteurs. Le plus grand de ceux-ci est l'*Augustus*, de la « Navigazione Generale Italiana », de 32 650 tonneaux et 28 000 CV. La machine à vapeur conserve donc sa suprématie dans cette classe, favorisée à la fois par les progrès réalisés dans la construction des turbines et des chaudières et par les bas prix relatifs du mazout de chauffe. Au surplus, les très grands transatlantiques, dont la puissance atteint et dépasse l'ordre de 80 à 120 000 CV, sont tous propulsés par turbines. On ajoutera à ces considérations que la propulsion électrique, en faveur croissante pour les grands paquebots, s'associe toujours dans cette catégorie, non plus à l'emploi du Diesel, mais à celui de la machine à vapeur.

Il convient de considérer, à présent, de quelle façon le développement du Diesel intéresse les diverses nations maritimes, car, à ce point de vue encore, l'allure de la progression apparaît fort inégale. On doit, à ce sujet, distinguer avec soin l'importance numérique absolue de chaque flotte à moteur et l'importance relative de celle-ci par rapport à l'ensemble de la flotte marchande du même pays.

La flotte anglaise à moteur est de beaucoup la plus importante de toutes, son tonnage s'élevant à 2 843 000 ; par rapport au tonnage britannique total, elle ne représente cependant que 12,3 %. Cette flotte à moteur comprend une douzaine de grands paquebots en service sur les Etats-Unis, l'Afrique du Sud et l'Amérique du Sud, 115 pétroliers environ jaugeant au total plus de 800 000 tonneaux, plus une flotte importante de gros cargos utilisés pour le tramping international.

La Norvège suit de loin l'Angleterre, avec 747 000 tonneaux à moteur ; mais avec la proportion de 41,4 % par rapport à son tonnage total, proportion qui est d'ailleurs la plus élevée de toutes les nations. Cette flotte comprend principalement des pétroliers, au nombre de 138 ; qui ont été construits entre 1928 et 1930, avec des capitaux en grande partie anglais et américains.

Les Etats-Unis possèdent 737 000 tonneaux de motorships, avec une proportion de 5,5 % seulement. Pour la Hollande (731 000 tonneaux) la proportion est de 24,6 % : cette flotte comprend à la fois de grands paquebots, de grands cargos et des pétroliers. La flotte danoise à moteur (443 000 tonneaux et 38 %) comprend un fort contingent de grands cargos, pratiquant le tramping sur l'Extrême-Orient.

Les navires à moteur allemands (640 000 tonneaux et 15,3 %) sont principalement des cargos desservant l'Extrême-Orient, avec quelques paquebots mixtes des lignes d'Amérique du Sud.

La flotte italienne à Diesel vient ensuite, avec une jauge de 597 000 tonneaux et une proportion de 17,5 % : en plus d'un nombre relativement restreint de grands navires de charge, elle est constituée, soit par quelques grands paquebots en service sur l'Amérique du Nord et du Sud, soit par une série de petits- cargos et cargos-mixtes affectés aux lignes de la Méditerranée.

Le Japon possède 570 000 tonneaux à moteur (13,4 %) ; la Suède 550 000 (32 %).

La flotte française à Diesel n'est forte que de 203 000 tonneaux, la proportion n'atteignant que 5,7 %. Elle comprend à peu près exclusivement des pétroliers et des paquebots ; la plupart de ces derniers appartiennent aux « Messageries Maritimes » et desservent l'Extrême-Orient, l'océan Indien et l'Australie.

Ces chiffres montrent que le problème du Diesel est, en réalité, fort complexe et que les divergences de vues qu'expriment les différences de développement pour chaque nation ne sauraient se ramener à quelques considérations simples, uniformément applicables à l'ensemble des marines commerciales.

Louis Basso.

Génie civil

L'énergie géothermique en Toscane. — Beaucoup ont songé à capter la chaleur des couches profondes de la terre pour des fins industrielles. Cette source d'énergie hypothétique a même un nom : la houille « rouge ».

Il existe peu d'endroits dans le monde où l'exploitation de ces calories soit faite — à l'échelle industrielle du moins — mais celle de la Maremme Toscane, aux environs de la cité étrusque de Volterra, a une importance considérable, comme nous le savons, par une communication faite à la *Société des Ingénieurs civils de France*, en 1932, par S. E. le prince Ginori Conti.

Les sources toscanes émettent une énorme quantité de vapeur d'eau avec un bruit qui leur a valu le nom de « soffioni ». Il s'échappe, en même temps, 6 % environ en poids de gaz. Dans les eaux de condensation on trouve de l'acide borique et d'autres corps.

C'est un Français, François de Larderel, qui commença, en 1818, l'exploitation régulière et très fructueuse de

(1) *Bulletin des Ingénieurs civils de France*, mai-juin 1932.

l'acide borique ; en 1827 il se servit de la vapeur pour concentrer les eaux boriques ; mais la plus grande partie

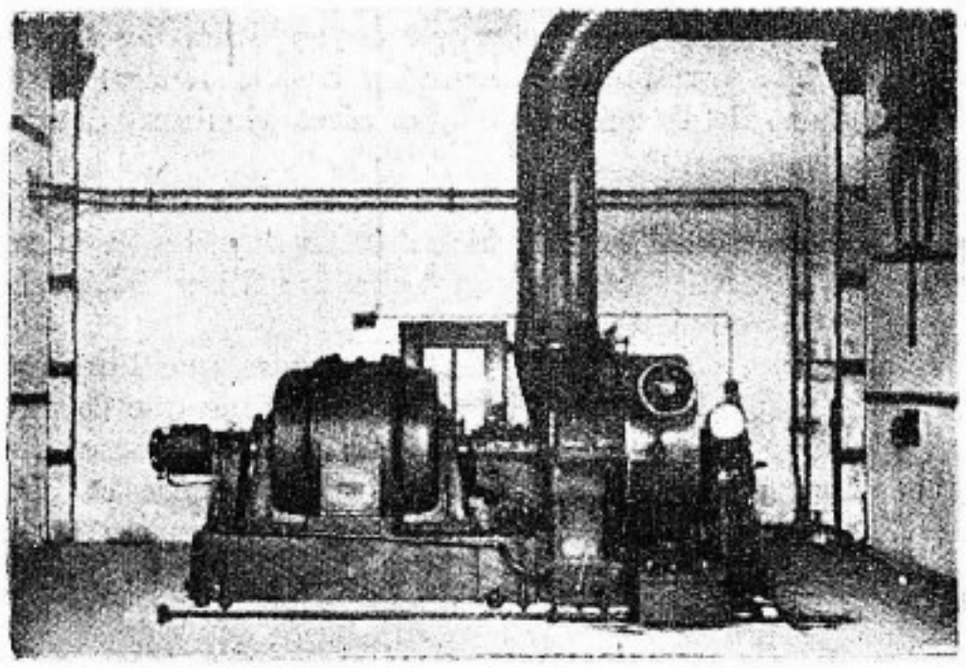


Fig. 1. — Turbo-alternateur de 650 KW à Serrazzano.

des calories était perdue. Ce n'est qu'à partir de 1897, année où le prince, gendre du petit-fils de François de

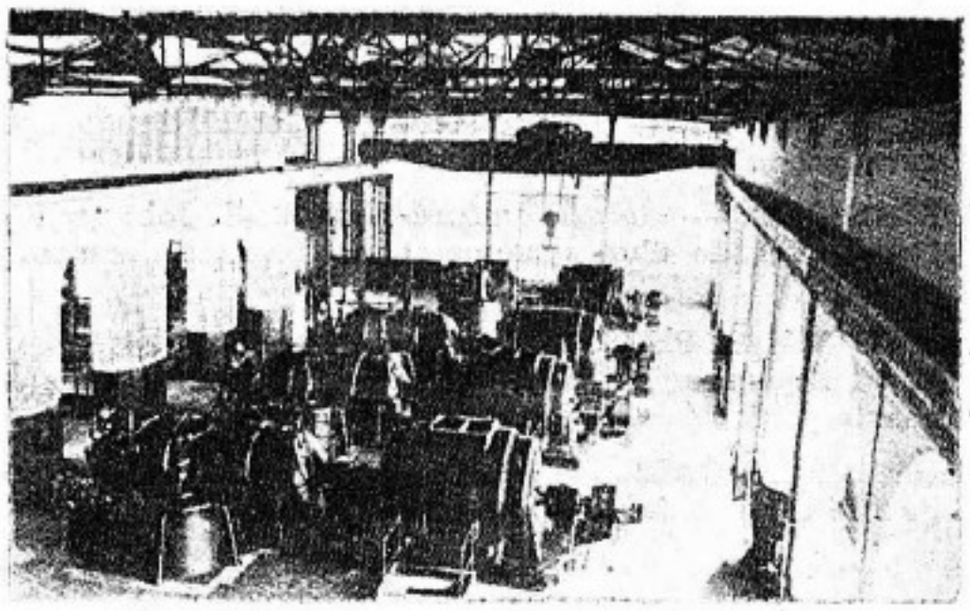


Fig. 2. — Central électrique de Larderello.

Larderel, prit la direction des soffioni, que la récupération thermique fut poursuivie d'une manière scientifique

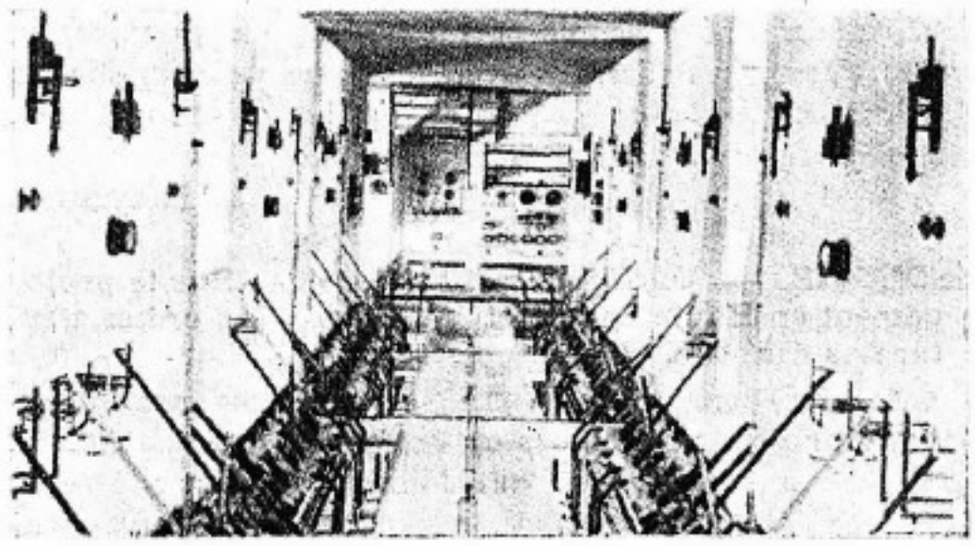


Fig. 3. — Cabine de transformateur à Larderello.

et rationnelle, avec la collaboration d'un éminent chimiste, le professeur Nasini.

Les forages qui captent la vapeur furent complétés et remplacés par des tubes en tôle d'acier soudée. En 1904 une petite machine à vapeur monocylindrique mise à l'essai fut bientôt remplacée par des groupes turbo-alternateurs de plus en plus puissants, cependant que l'on complétait les forages, si bien que la pression de deux atmosphères absolues fut dépassée.

On expérimenta alors, à Serrazzano, une turbine à contre-pression recevant directement la vapeur du soffioni. Les résultats de ces essais conduisirent à l'installation de turbo-alternateurs de 650 et de 750 kw (fig. 1),

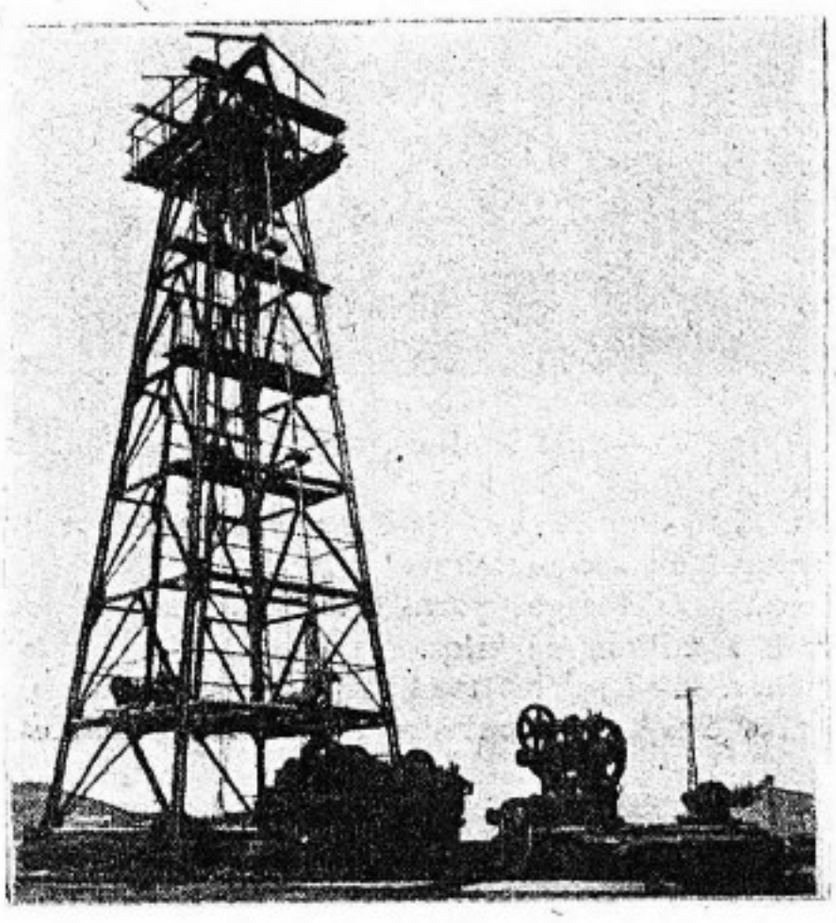


Fig. 4. — Machine pour sondages.

puis d'une unité du même genre, mais de 3.000 kw à Larderello (fig. 2 et 3).

Une nouvelle machine pour sondages (fig. 4) d'un grand rendement fut mise en service. Au moment où la

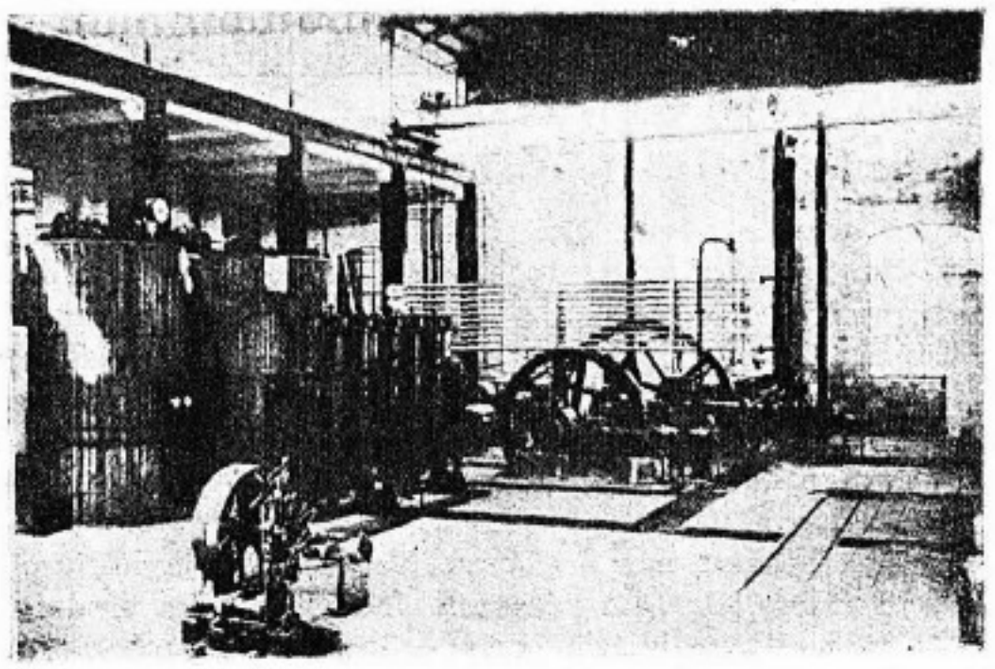


Fig. 5. — Installation pour comprimer l'acide carbonique.

vapeur sortait — pour la première fois — du nouveau sondage, le 26 mars 1931, se produisit une véritable explosion volcanique en miniature : projection de pierres, de boue, de torrents de vapeur, vacarme inouï dont le bruit s'entendait encore à Volterra, qui est à

35 kilomètres de Larderello à vol d'oiseau ; cela pendant bien des semaines. Quand on put enfin placer sur le tube d'acier du forage, la pièce de 4 tonnes qui porte les vannes et les raccords pour les appareils d'utilisation, on constata que le débit était de 200.000 kilos de vapeur par heure, sous la pression de 4,5 atmosphères

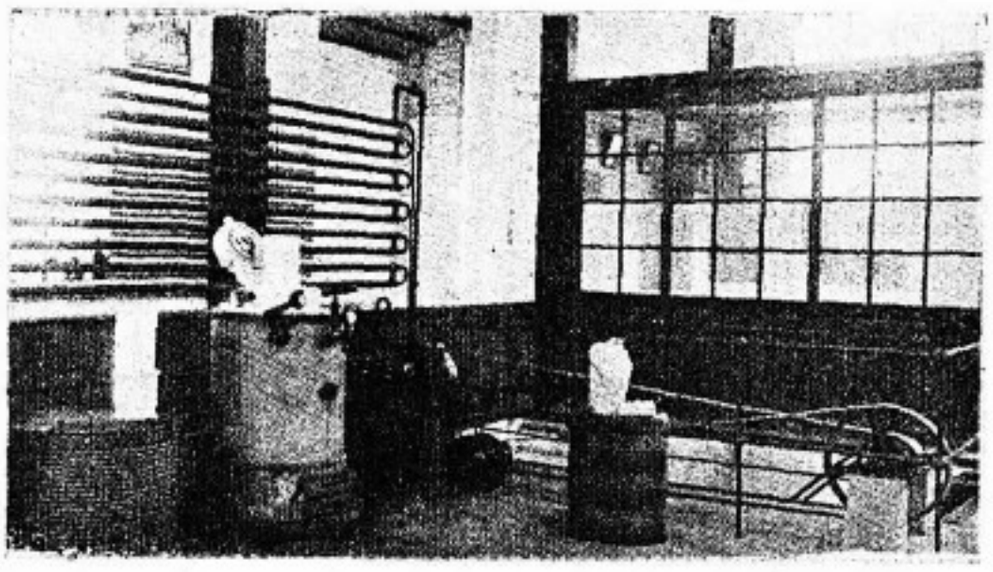


Fig. 6. — Installation pour la glace sèche.

absolus. Cette vapeur est d'ailleurs surchauffée : 215° C à la bouche du soffionissimo.

De nouveaux forages portent le débit horaire total de vapeur à 1 million de kilos.

Turbines. — Le débit total disponible est encore beaucoup plus élevé. De nouvelles et grandes centrales élec-

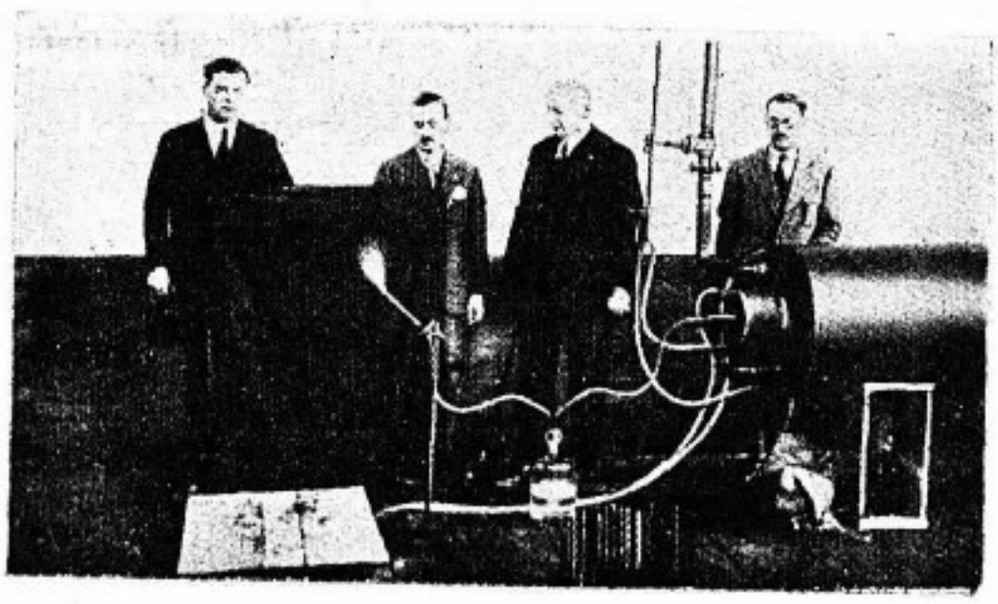


Fig. 7. — Séparation du méthane.

triques peuvent donc être installées dans cette région. Doit-on y employer des turbines à condensation ou des turbines à contre-pression ?

Ces dernières consomment plus de vapeur mais exigent moins de frais d'installation et d'exploitation que les autres — que l'on expérimente pourtant, en vue d'une meilleure utilisation de l'énergie.

Utilisation chimique. — L'acide borique, produit essentiel des usines, donne du borax, des borates de calcium, de manganèse, etc., du perborate de sodium, des produits de toilette comme le talc borique, les savons au borax et à l'acide borique, la vaseline borique, des schampoings, etc., etc.

Dans la vapeur et dans les eaux de condensation on trouve de l'ammoniaque en quantité considérable ; on en fait du sulfate et du carbonate d'ammonium.

Après travail dans les turbines, la vapeur chauffe les appareils de concentration des eaux boriques.

Restent les gaz.

L'acide carbonique est épuré puis comprimé (fig. 5) ; on l'utilise à la fabrication de la glace sèche (fig. 6). L'acide sulfhydrique est complètement séparé, il pourra servir à la fabrication d'hyposulfites et de sulfites.

Le méthane est séparé (fig. 7) ; on en tirera des hydrocarbures. On installe les appareils pour la séparation de l'hydrogène, de l'azote et des gaz rares (hélium, émanation de radium).

Importance de la houille rouge. — L'Italie ne peut compter que sur la houille blanche, ses lignites et la vapeur des soffioni. Aussi songe-t-elle à utiliser intégralement cette source d'énergie.

Il reste en effet des réserves de vapeurs que l'on voit s'élever du sol. Le prince Ginori Conti estime que ce paysage ne manque pas de grandeur si l'on pense que cette vapeur, après avoir fourni force, lumière et chaleur, remonte vers le ciel comme un témoignage de la reconnaissance de l'homme.

Ed. M.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 avril 1933.

THÉORIE DES GROUPES. — *D. van Dantzig* (prés. par M. E. Cartan). — **Le groupe fondamental des groupes compacts abstraits.**

MÉCANIQUE. — *Saintillan* (prés. par M. E. Jouguet). — **Force d'inertie d'un système et mouvement d'entraînement.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *R. Tremblot* (prés. par M. E. Esclangon). — **Une étoile variable à éclipses de courte période.**

CHIMIE MINÉRALE. — *Réchid.* — **Étude de la décomposition thermique du phosphate d'ammonium.**

L'auteur, par une méthode personnelle, a précisé la cinétique de dissociation du phosphate d'ammonium, les résultats en sont résumés dans un tableau.

CHIMIE ORGANIQUE. — *M. Montagne* et *G. Rousseau* (prés. par M. Delépine). — **Sur la préparation des anils de cétones aliphatiques à fonction simple.**

Les auteurs ont trouvé dans la condensation des dérivés organomagnésiens sur les anilides ou toluides d'acides gras, une méthode simple permettant de préparer les cétoanils. Une série d'anils a été obtenue par l'application de cette méthode qui va faire l'objet de nouvelles recherches, en vue de sa généralisation.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *M. Gignoux* et *L. Moret.* — **Sur le prolongement en Haute-Savoie et en Suisse des unités structurales des Alpes dauphinoises.**

Les zones externes delphino-savoisiennes apparaissent comme une série de vagues ou de festons qui se relaient : dans chacun d'eux, on voit l'amplitude du chevauchement diminuer vers le Sud, en même temps qu'apparait au-dessous de lui un feston plus externe qui lui succède. On est tenté de retrouver un style analogue dans la structure des zones internes et l'on pourrait alors considérer les festons des zones externes comme dus à la répercussion de ceux que les auteurs décrivent dans les zones internes : zone des écailles ultra-dauphinoises et zone du Flysch.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *H. Lagatu* et *L. Maume.* — **Composition comparée, chez la Vigne, de feuilles homologues prises respectivement sur des souches frustifères et sur des souches privées de leurs grappes.**

On a prélevé trois étages de feuilles, homologues, chez les deux types de souches, et dosé comparativement : la chaux, la potasse, l'azote et l'acide phosphorique. Les trois étages de feuilles donnent pour chaque type de rameau les mêmes indications. Les diagnostics foliaires accusent ici une carence en potasse dans la matière sèche et une carence relative de cet élément par rapport à l'azote et à l'acide phosphorique. Les feuilles des rameaux fructifères ont une teneur globale de $N+K^2O+P^2O^5$ pour cent de matière sèche plus faible que celle des rameaux non fructifères. Les feuilles des rameaux fructifères sont plus pauvres en chaux, en azote et en potasse, mais plus riches en acide phosphorique que les feuilles homologues des rameaux stériles.

MÉCANIQUE ANIMALE. — *A. Magnan* et *A. Sainte-Laguë* (prés. par M. d'Arsonval). — **Analyse de la sustentation dans le vol stationnaire de la volucelle.**

D'après des documents cinématographiques, on a pu établir un modèle de bois pourvu d'ailes en aluminium et reproduire sur celui-ci les attitudes du vol et analyser le coup d'aile. La sustentation est toujours positive, aussi bien pendant la période de relevée de l'aile que pendant la période d'abaissée, sauf pendant un intervalle de temps très court. Le phénomène s'explique par l'existence d'une force aérodynamique créée par le vent relatif qui provient du développement du centre de poussée.

CHIMIOTHÉRAPIE. — *E. Fourneau, M^me J. Trefouël, D. Bovet* et *P. Kœtschet* (prés. par M. Mesnil). — **Chimiothérapie des infections à *Trypanosoma congolense*. Action élective des composés organiques polyarsenicaux.**

Le *Trypanosoma congolense* est particulièrement résistant à l'action des composés arsenicaux organiques; ainsi, on ne connaît jusqu'ici aucun acide monoarsinique agissant sur le *T. congolense*, alors que le plus grand nombre agissent sur le nagana. Au contraire, la plupart des acides polyarsenicaux agissent sur *T. congolense* et non sur *T. brucei*.

M. Mascré.

Séance du 24 avril 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Charpentier.* — **Sur des courbes fermées et leurs bouts premiers.**

— *N. Bolea* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur les fonctions holomorphes.**

— *W. Stepanoff* et *A. Tychonoff* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur les espaces des fonctions presque périodiques.**

— *L. Pontrjagin* (prés. par M. E. Cartan). — **Les fonctions presque périodiques et l'Analyse situs.**

— *J. Devisme* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur deux questions relatives à l'équation de M. P. Humbert.**

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *A. Appert* (transm. par M. E. Borel). — **Sur le rôle de la deuxième condition de F. Riesz dans les espaces abstraits et sur certaines propriétés de connexion.**

TOPOLOGIE. — *M. Piazzolla-Beloch.* — **Sur une famille remarquable de courbes topologiques planes.**

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *G. Lampariello* (prés. par M. H. Villat). — **Sur la nature analytique des solutions des systèmes canoniques intégrables par quadratures.**

ÉLASTICITÉ. — *R. L'Hermite.* — **Pièce plane indéfinie soumise à l'action des forces massiques situées dans le plan et application au calcul des tympans rectangulaires supportant des forces intérieures et extérieures.**

ASTRONOMIE. — *J. Ellsworth* (prés. par M. E. Esclangon). — **Remarques sur le système double à éclipses Rz *Cassiopeiæ*.**

PHYSIQUE COSMIQUE. — *Ch. Maurain.* — **Sur l'intervalle de temps entre les phénomènes solaires et les perturbations magnétiques terrestres,**

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *J. Trillat* et *L. Leprince-Ringuet* (prés par M. M. de Broglie). — **Etude des phénomènes moléculaires à la surface de séparation huile-eau. Applications au contrôle des huiles.**

Cette étude porte sur les modifications de la tension interfaciale entre l'eau pure et des huiles diverses, en fonctions d'impuretés déterminées ajoutées volontairement à ces dernières, ou encore en fonction de leur degré d'altération provenant de l'action de la chaleur, des rayons ultraviolets ou de l'usage en moteur.

ÉLECTRICITÉ. — *J. Cayrel* (prés. par M. Cotton), — **Sur un nouveau détecteur.**

Si on électrolyse une solution d'hydrogène sulfuré en prenant pour anode une galène insensible, franchement clivée, le cristal se recouvre d'un dépôt de soufre. Les galènes insensibles ainsi sulfurées présentent avec les métaux nobles une rectification du même ordre qu'avant sulfuration mais beaucoup plus stable. Le taux de rectification I_m/I_{eff} est accru. Avec les métaux oxydables, les résultats sont sensiblement les mêmes qu'avant sulfuration. Mais avec le cuivre, la rectification est améliorée au point de surpasser aux faibles amplitudes la rectification α des galènes les plus sensibles.

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *P. Lainé* (prés. par M. A. Cotton). — **Biréfringence magnétique de l'oxygène liquide.**

FLUORESCENCE. — *P. Dubouloz* (prés. par M. Cotton). — **Sur le rendement de la fluorescence du salicylate de soude.**

Les résultats obtenus suivant la méthode indiquée, confirment la loi de rendement quantique constant attribué à la fluorescence. Appliqués à la photométrie de l'ultraviolet, ils donnent un moyen commode d'obtenir un récepteur très peu sélectif, dont la courbe de sensibilité soit, à un facteur constant près, indépendante de la cellule et de la préparation.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. P. Mathieu* (prés. par M. A. Cotton). — **Les solutions tartro-alcalines de chaux.**

CHIMIE ORGANIQUE. — *G. Charlot.* — **Sur l'oxydation catalytique de composés organiques en vapeur.**

La méthode employée est celle utilisée par l'auteur dans l'étude de l'oxydation catalytique du toluène (*C. R.*, 194, 1932, p. 374). Elle est ici appliquée à une série de composés organiques et conduit à montrer qu'il y a, en général, oxydation totale et oxydation partielle. Chaque catalyseur a une action spécifique en ce sens que la combustion totale qu'il provoque est constante.

— *P. Mondain-Monval* et *Roger Wellard* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'oxydation directe de l'acétylène par l'air.**

L'acétylène et l'air réagissent à des températures très inférieures à celle de la polymérisation de l'acétylène, cette réaction correspondant à une diminution du nombre des molécules en présence. Des peroxydes prennent nais-

sance comme au cours de l'oxydation des hydrocarbures et il semble qu'on puisse leur attribuer, lorsque la vitesse de chauffe et la concentration de l'acétylène s'y prêtent, l'inflammation spontanée des mélanges détonants.

— *A. E. Favorsky* et *J. N. Nazarow* (prés. par M. A. Béhal). — **Sur la question de l'existence des métalcétyles dans la série grasse.**

— *A. Meyer* et *M. Tuot* (prés, par M. Desgrez). — **Sur la déshydratation de quelques alcools tertiaires par le sulfate de cuivre anhydre.**

Les auteurs ont étudié plusieurs carbures éthyléniques de C^8 à C^{11} en vue de rechercher, sur des mélanges synthétiques, de nouvelles méthodes analytiques pouvant s'appliquer aux goudrons primaires. Ils ont pu préparer ainsi huit carbures éthyléniques nouveaux, par déshydratation des alcools ternaires correspondants.

CRISTALLOGRAPHIE. — *R. Hocart* (transm. par M. P. Weiss). — **Orientation de l'arsénolite et de la sénarmontite par le mica.**

L. Franchet.

PÉTROGRAPHIE. — *L. Cayeux.* — **Rôle des Trilobites dans la genèse des gisements de phosphate de chaux paléozoïques.**

L'origine des phosphates paléozoïques ne pouvant être rapportée aux Poissons ou aux Brachiopodes, on peut songer à la chercher chez les Trilobites. L'analyse de nombreux Trilobites montre qu'ils sont pauvres en P^2O^5 (0,08 à 2,16 %). Ces données n'impliquent pas la non existence de Trilobites à carapace phosphatée, mais il semble bien que ceux-ci n'aient représenté qu'une faible minorité du groupe. Puisque ni les Poissons, ni les Brachiopodes, ni les Trilobites ne peuvent avoir élaboré la masse principale de l'acide phosphorique des gisements paléozoïques, on doit se poser la question de l'intervention d'organismes qui ne figurent pas parmi les générateurs de cet élément à dose exceptionnelle.

GÉOLOGIE. — *M. Gignoux* et *L. Moret.* — **La zône du Briançonnais et les racines des nappes préalpines savoisiennes.**

Les auteurs, conformément à l'opinion de E. Haug, se refusent à faire venir aucune des nappes préalpines françaises du bord oriental du grand géosynclinal pennin ; il n'y aurait, en Chablais, rien d'austro-alpin. Si, entre les Préalpes et la zone métamorphique du Grand Saint-Bernard, on ne connaît pas encore, dans notre zone, de racines de témoins des terrains préalpins, cela s'expliquerait par le laminage intense de ces racines.

— *H. Lagotala* (prés. par M. Cayeux). — **Formation continentale sous-jacente aux Calcaires du Niari (Congo français).**

Les formations conglomératiques étudiées doivent être considérées comme une formation continentale, d'origine glaciaire et partiellement fluvio-glaciaire. La classification stratigraphique s'établirait alors, de haut en bas, de la façon suivante : Calcaires du Niari — *discordance* — Tillites du Bas-Congo — *discordance* — Schisto-quartzeux.

— *N. Menchikoff* (prés. par M. Jacob). — **Données nouvelles sur la géologie du Sahara occidental.**

Il y aurait, en écharpe à travers tout le Sahara occidental, sur plus de 1.200 kil. sur le flanc sud-est de la « dorsale-cristalline », c'est-à-dire de l'axe Eglab-Karet-Yhy, une étroite bande d'affleurements, présumés cambriens, qui correspondent à la première falaise du Hank et à la base de l'escarpement de l'Adrar en Mauritanie.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Eichhorn* (prés. par M. Mangin). — **Sur la prétendue existence des centrosomes et d'asters chez les végétaux supérieurs.**

Les centrosomes et les asters, qui se rencontrent chez les végétaux inférieurs, manquent chez les supérieurs. On a cru récemment retrouver ces éléments chez les *Lonicera*. Eichhorn n'a pu les y retrouver et considère que l'on a décrit comme représentant les centrosomes des précipités vaccuolaires normaux.

BOTANIQUE. — *Vladesco* (prés. par M. Molliard). — **Sur le développement des octants dans l'embryon des Fougères leptosporangiées.**

Les cellules octantes ne peuvent être considérées comme des cellules apicales se divisant par des cloisons successives parallèles aux trois divisions primitives de l'embryon. La première feuille tire son origine du développement égal des deux octants antéro-inférieurs. Dans l'un des octants antéro-supérieurs, une cellule initiale typique définit le pôle supérieur de l'embryon. Le pied ne résulte pas uniquement des deux octants postéro-supérieurs, une partie des deux octants antéro-supérieurs participent à sa constitution. Dans toutes les espèces étudiées, les régions correspondant aux octants primitifs sont distinctes même à un stade avancé. La formation d'un disque et d'une calotte dans chaque hémisphère n'est pas un fait général.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *R. Duetel* (prés. par M. Molliard). — **Variations de la teneur en azote chez le Lilas au cours du forçage.**

L'arrachage, puis l'éthérisation du Lilas, placent immédiatement les tissus dans les conditions chimiques de la poussée végétative du printemps. La mise en serre chaude et humide qui succède à l'éthérisation, amène des variations du métabolisme azoté très voisines de celles que présenteront au printemps les plantes de plein air. L'accroissement d'azote soluble mis à part, le forçage ne modifie pas la nature du métabolisme azoté qui caractérise l'entrée en vie active, mais il intervient en déclanchant ce métabolisme avant la date normale et il en accélère les diverses phases, qui se succèdent alors en un temps environ sept fois moins long que le temps normal.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Costantin.* — **Variations de la virulence dans les dégénérescences de la Pomme de terre.**

Chez la Canne à sucre et chez la Pomme de terre, la Mosaïque douce correspond à un virus atténué et le poids de la récolte est très voisin de celui de la plante saine. L'altitude diminue la virulence et la haute récolte obtenue en montagne se maintient, l'année suivante, en plaine. Cela correspondrait à une hérédité ébauchée, d'ailleurs peu solide. Le poids de la récolte par pied paraît un critérium de haute valeur pour estimer la résistance à la maladie; si le poids baisse, c'est que la plante périclite et que sa santé s'altère.

HISTOLOGIE. — *J. Verne* et *C. Sannié* (prés. par M. Desgrez). — **Étude de l'action toxique des cations sur les fibroblastes cultivés in vitro.**

Les métaux étudiés ont été répartis en cinq groupes de toxicité inégale. Lorsque la culture se fait en milieu plasmatique, les métaux lourds forment, en présence des protides des composés plus ou moins solubles; la formation de composés insolubles protège la culture contre l'action toxique du métal étudié. L'action toxique comprend deux phases successives; il y a d'abord diminution du nombre des mitoses, puis celles-ci disparaissent, mais les cellules gar-

dent leur pouvoir d'émigration; l'émigration cesse à son tour pour des concentrations plus fortes. Pour les métaux très peu toxiques, on voit apparaître, aux fortes doses, une dégénérescence graisseuse précoce, qui traduit souvent à elle seule la toxicité du sel employé.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *P. Ponthus* (prés. par M. Desgrez). — **Action d'un rayonnement ultra-violet sur les dissolutions aqueuses de gélatine. Modifications de quelques caractères physico-chimiques. Photolyse probable.**

L'irradiation ultra-violette d'une solution de gélatine n'en modifie pas l'indice de réfraction; la conductibilité électrique augmente; la densité optique diminue; la viscosité diminue; le rapport des deux dernières valeurs ne varie pas sensiblement. On est conduit à admettre que les particules de gélatine ne s'agrègent pas, ni ne se désagrègent physiquement, mais qu'elles subissent une diminution réelle de leur volume élémentaire par déshydratation. On peut admettre aussi qu'il y aurait *photolyse* de la gélatine.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *F. Rathery, Mme A. Plantefol* et *L. Plantefol* (prés. par M. Desgrez). — **Les réactions des échanges respiratoires à l'ingestion de glucose et à l'insuline, chez les diabétiques.**

Après ingestion de glucose, l'élévation du quotient respiratoire est rare, sauf quand l'ingestion de glucose est accompagnée d'une injection d'insuline. Chez certains sujets, cependant, on n'observe pas de variation du quotient (insulino-résistance). Chez certains diabétiques, l'ingestion du glucose, en absence d'insuline, abaisse encore le quotient. De même, le métabolisme après ingestion de glucose, peut être élevé, non modifié, ou abaissé. Cette différence de comportement prouve qu'il existe plusieurs types de diabète.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. de La Baume-Pluvinel représentait l'Académie au centenaire de la mort de l'inventeur de la Photographie, Nicephore Niepce, célébré à Chalon-sur-Saône, les 4 et 5 juin 1933.

MM. Cartan et Borel la représentera à l'inauguration du buste de Gaston Darboux, à Nîmes, le 22 octobre 1933.

M. Willem de Sitter a été élu Correspondant pour la Section d'Astronomie en remplacement de M. A. Verschaffel, décédé.

M. Louis de Broglie a été élu dans la Section de Mécanique, en remplacement de M. Mesnager, décédé.

Institut océanographique. — Le Prix Georges Kohn a été décerné pour 1933 à M. Delaunay, Professeur à la Faculté de Médecine de Bordeaux.

Le sujet de concours pour 1934 est le suivant : « *Biologie du hareng. Races. Migrations. Distribution géographique en fonction des conditions physiques de la mer.* »

Envoyer les travaux manuscrits ou imprimés au Directeur de l'Institut Océanographique, 195, rue Saint-Jacques, avant le 1er mai 1934.

Société chimique de France. — Le deuxième centenaire de Priestley sera commémoré au cours de l'Assemblée annuelle de la Société chimique; qui aura lieu les 15, 16 et 17 juin 1933. La séance d'ouverture sera présidée par Sir W.-J. Pope, de la Royal Society, Professeur à l'Université de Cambridge.

Trois conférences seront données dans l'ordre suivant :

15 juin, à 17 h., Amphithéâtre de Chimie biologique de l'Institut Pasteur.

— M. Matignon, membre de l'Institut, professeur au Collège de France : « *Priestley et son œuvre scientifique* ». Projections.

16 juin à 17 h., Amphithéâtre de Chimie de la Sorbonne. — M. J. Böeseken, membre de l'Académie royale des Sciences des Pays-Bas, professeur à la Technische Hoogeschool de Delft : « *La configuration des polyalcools déduite de leur influence sur le pouvoir conducteur de l'acide borique.* »

17 juin à 17 h., Amphithéâtre nord de la Faculté de Pharmacie. — M. E. Späth, membre de l'Académie des Sciences de Vienne, Professeur à la Faculté de Philosophie de l'Université : « *Récentes synthèses d'alcaloïdes.* »

Conférence internationale des grands réseaux électriques. — Une session s'ouvrira le 16 juin et se terminera le 24 juin.

Les travaux sont divisés en trois sections :

16, 17 et 19 juin : Construction et isolement des lignes électriques.

20, 21 et 22 juin : Exploitation et interconnexion des réseaux.

22, 23 et 24 juin : Construction des centrales et des sous-stations (alternateurs, transformateurs, interrupteurs avec et sans huile, etc.).

La cotisation est de 375 fr., donnant droit en particulier à une réduction de 50 o/o sur les chemins de fer français et à une collection complète des rapports.

Adresser les inscriptions au Secrétariat de la Conférence, 54, avenue Marceau, Paris.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Félix Bloch, Docteur ès-sciences, privat-docent, fera cinq conférences sur le sujet suivant : *Théorie ondulatoire des problèmes de choc, et du passage des particules chargées à travers la matière.*

Ces conférences auront lieu à l'Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre-Curie, Amphithéâtre Darboux, aux dates suivantes : samedi 10 juin, à 15 heures; lundi 12 juin, à 15 heures; mercredi 14 juin, à 15 heures; vendredi 16 juin, à 10 h. 30; samedi 17 juin, à 15 heures.

— M. Drach, Professeur d'Analyse appliquée à la géométrie est transféré à compter du 1er octobre dans la chaire d'Analyse supérieure, en remplacement de M. Goursat.

M. Julia, Professeur de Calcul différentiel est transféré à partir du 1er octobre dans la chaire d'Analyse appliquée à la géométrie, en remplacement de M. Drach.

M. Mauguin, Professeur titulaire à titre personnel est transféré à partir du 1er octobre dans la chaire de Minéralogie, en remplacement de M. Wallerant.

M. Denjoy, Professeur de Mathématiques générales est transféré à compter du 1er octobre dans la chaire de Calcul différentiel et intégral, en remplacement de M. Julia.

— *Faculté de Médecine.* — M. Marion, Professeur de Clinique chirurgicale est transféré à compter du 1er octobre dans la chaire de Clinique urologique, en remplacement de M. Legueu.

— *Ecole normale supérieure.* — Les dates des épreuves

orales du concours de l'Ecole normale supérieure de 1933 (section des sciences) sont modifiées ainsi qu'il suit :

La liste des admissibles sera affichée à l'Ecole normale supérieure le lundi 10 juillet, à dix-neuf heures.

L'ordre dans lequel seront interrogés les candidats de Paris (groupe I) et les indications relatives aux examens et épreuves pratiques des groupes II et III seront affichés à l'Ecole en même temps.

Les épreuves orales commenceront à l'Ecole :

Le mardi 11 juillet à sept heures, pour les candidats de l'Académie de Paris.

Le samedi 15 juillet à sept heures, pour ceux des Académies de Besançon, Caen, Clermont, Dijon, Grenoble, Lille, Lyon, Nancy, Poitiers, Rennes, Strasbourg.

Le mardi 18 juillet à sept heures, pour ceux des Académies d'Aix, Alger, Bordeaux, Montpellier, Toulouse.

Muséum National d'Histoire Naturelle. — COURS DE MINÉRALOGIE. — M. Lacroix, Professeur, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, a commencé son Cours le mardi 6 juin 1933, à dix-sept heures, dans l'Amphithéâtre de la Galerie de Minéralogie, et le continuera les mardis et samedis suivants, à la même heure.

L'enseignement sera divisé en deux parties :

1° Le mardi et le samedi, le Professeur étudiera, au point de vue minéralogique, chimique et génétique, les roches d'origine extra-terrestre (*météorites* et *tectites*).

2° Le mercredi, à 9 heures (au Laboratoire de Minéralogie, 61, rue de Buffon) : Complément sur des détails concernant des questions faisant l'objet du cours.

— COURS DE GÉOLOGIE. — M. Paul Lemoine, Professeur, a commencé ce cours le samedi 27 mai 1933, à 17 heures, dans l'Amphithéâtre de Zoologie.

Le cours continuera les samedis suivants, à la même heure, sur : *Description géologique des environs de Paris. Pays au sud de la Seine* (*Hurepoix*, etc.).

Le laboratoire des Hautes-Etudes est ouvert tous les jours.

Université de Strasbourg. — *Faculté des Sciences.* — MM. Topsent, Chatton et Hackspill sont nommés Professeurs honoraires.

Université de Bordeaux. — *Faculté des Sciences.* — M. Richard est nommé Professeur honoraire.

Université de Clermont-Ferrand. — *Faculté des Sciences.* — M. Dangeard, Professeur de Géologie et de Minéralogie, est transféré, à compter du 1er octobre, dans la chaire de Géologie de la Faculté des Sciences de Caen, en remplacement de M. Bigot.

L. F.

Université de Poitiers. — Le 4 juin, a eu lieu à Poitiers, la commémoration du cinquième centenaire de l'Université.

A cette occasion, le titre de Docteur *honoris causa* a été conféré à MM. de Madariaga, ambassadeur d'Espagne à Paris; Spalaïkovitch, ministre de Yougoslavie en France; le ministre de Suède à Paris; MM. de Wulff, doyen de la Faculté de Louvain; Podestat, professeur à l'Université de Prague; Pietoff, professeur à l'Université d'Harvard (Etats-Unis); Maupetit, secrétaire général de l'Université de Montréal.

M. Spalaïkovitch, ministre de Yougoslavie en France, a remis à l'Université de Poitiers le grand cordon de l'ordre royal de Saint-Sava.

Des adresses de félicitations envoyées à l'université de Poitiers par les universités étrangères et françaises à l'occasion de son cinquième centenaire ont ensuite été remises, puis la parole a été donnée à M. de Monzie, ministre de l'éducation nationale.

ERRATUM

N° 7 du 8 avril 1933, page 223, 1re colonne,

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE :

au lieu de *Mme A. Dognon*, lire *Mme A. Drilhon-Courtois.*

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

An introduction to the litterature of Vertebrate Zoology, par CASEY A. WOOD. In-4°, de 643 pages. Oxford University Press.

L'ouvrage édité par M. Casey A. Wood sera précieux pour tous ceux qui s'intéressent à l'Histoire des Sciences Naturelles. Il renferme, en effet, une bibliographie sélectionnée de 500 pages in-4, où figurent tous les ouvrages importants, parus dans tous les pays, sur la Zoologie des Vertébrés, c'est-à-dire des animaux qui ont depuis le plus longtemps retenu l'attention des naturalistes. Souvent une brève analyse critique accompagne le titre de l'ouvrage.

Dans les dix-neuf chapitres qui précèdent le catalogue bibliographique, l'auteur a systématisé les rubriques sous lesquelles peuvent être groupés les nombreux travaux énumérés dans la liste bibliographique. Ce bref aperçu historique, très méthodiquement conçu, groupe un précieux répertoires de titre d'ouvrages, d'après l'objet principal traité.

L. J.

Colloïd Science applied to Biology. *A general discussion held by the Faraday Society* (septembre-octobre 1930). In-8° de 202 pages. Mc Graw-Hill, Publishing Cº. Ltd. Prix : 12 s. 6 d.

L'ouvrage contient la reproduction des communications faites par des savants du monde entier concernant les propriétés biologiques des colloïdes. Il est divisé en deux parties : 1° équilibre dans les systèmes comportant des protéines ; 2° structure de la matière vivante. Parmi les mémoires les plus importants de la première partie, citons : les phénomènes de membrane dans la matière vivante, l'état de l'eau dans les systèmes colloïdaux et dans ceux que comporte la matière vivante, la distribution des ions dans les gels, le compartiment des protéines vis-à-vis des colloïdes et des électrolytes, la signification biologique de l'état physique des colloïdes lijophiles, l'équilibre relatif à la règle des phases dans la globuline du sérum de cheval. Parmi les mémoires contenus dans la deuxième partie on trouve : la structure, le comportement et les caractéristiques physiologiques des cellules de vertébrés cultivées « in vitro », la cinétique de la matière vivante, la structure superficielle de l'intégration de l'activité cellulaire, le point isoélectrique des cellules et des tissus, la double réfraction de la myosine et sa relation avec la structure des fibres musculaires.

Le nombre et la variété des questions exposées dans cet ouvrage témoigne de l'importance de plus en plus grande que prend la connaissance des colloïdes dans l'étude de la matière vivante.

A. Bc.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 12 — 71e ANNÉE — 24 JUIN 1933

LA CHAIRE DE CULTURE DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS

par A. GUILLAUMIN

Professeur au Muséum (1)

Mes chers collègues,

Ma première parole sera pour vous remercier de l'honneur que vous m'avez fait en m'appelant à être des vôtres ; je le fais tout particulièrement parce que vous avez bien voulu reconnaître — une fois n'est pas coutume — que le fait d'avoir consacré toute son activité au service du Muséum n'était tout de même pas une tare impardonnable.

Toute ma gratitude va aussi aux membres de l'Académie des Sciences qui, dans une unanimité rare et dont je n'apprécie que plus la valeur, ont bien voulu me présenter en première ligne.

Je ne saurais enfin oublier la rapidité inaccoutumée avec laquelle cette désignation a été sanctionnée par la nomination signée par M. le Président de la République.

Mesdames, Messieurs,

C'est une habitude qu'en pareil jour, le nouveau professeur évoque son passé et expose l'objet de ses recherches ; bien que je sois respectueux plus que quiconque de la tradition, vous me permettrez cependant de déroger aux usages, il ne m'appartient pas de faire moi-même mon propre éloge, quant à mes travaux, scientifiques : ma notice de candidature expose suffisamment en détail des recherches qui ont été d'ailleurs exclusivement poursuivies dans cette maison, aux laboratoires de Phanérogamie, d'Organographie et de Culture, qu'il s'agisse de flores coloniales, de plantes cultivées, de génétique ou de biogéographie.

Je m'en voudrais toutefois de ne pas rappeler ici les noms de ceux à qui je dois ma vocation de naturaliste tout en restant fidèle à cette bonne terre de France à laquelle les miens, depuis des siècles, ont toujours été et demeurent attachés.

C'est d'abord l'abbé Jean Maumus, docteur ès-sciences et docteur en médecine, habitué du Laboratoire d'Anatomie comparée au temps de Filhol et d'Edmond Perrier, qui s'est dépensé jusqu'à l'extrême limite de ses forces pour assurer pendant la guerre, comme médecin et comme aumônier, le service de l'hôpital Buffon et de l'hôpital Pasteur, et qui s'est éteint petit

(1) Cours inaugural fait le 2 mai 1933.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

à petit, rue Dutot, avant d'aller dormir son dernier sommeil aux Pyrénées natales.

C'est ensuite Marcel Dubard, botaniste du laboratoire colonial du Muséum, Maître de conférences à la Sorbonne, puis Professeur à la Faculté des Sciences de Clermont-Ferrand, tombé au champ d'honneur sous Maubeuge.

C'est enfin M. le Professeur Lecomte qui, lorsque je fus attaché à l'herbier — il y a bientôt 25 ans de cela — m'orienta vers la flore de la Nouvelle-Calédonie pour laquelle on veut bien me reconnaître une certaine compétence.

Je dérogerai aussi à l'usage, car au lieu de faire l'éloge funèbre de mon prédécesseur, ce m'est une bonne fortune, peut-être unique au Muséum, de pouvoir saluer non seulement M. Bois qui occupa la chaire de Culture jusqu'en 1932, mais aussi M. Costantin qui en fut le titulaire de 1901 à 1919.

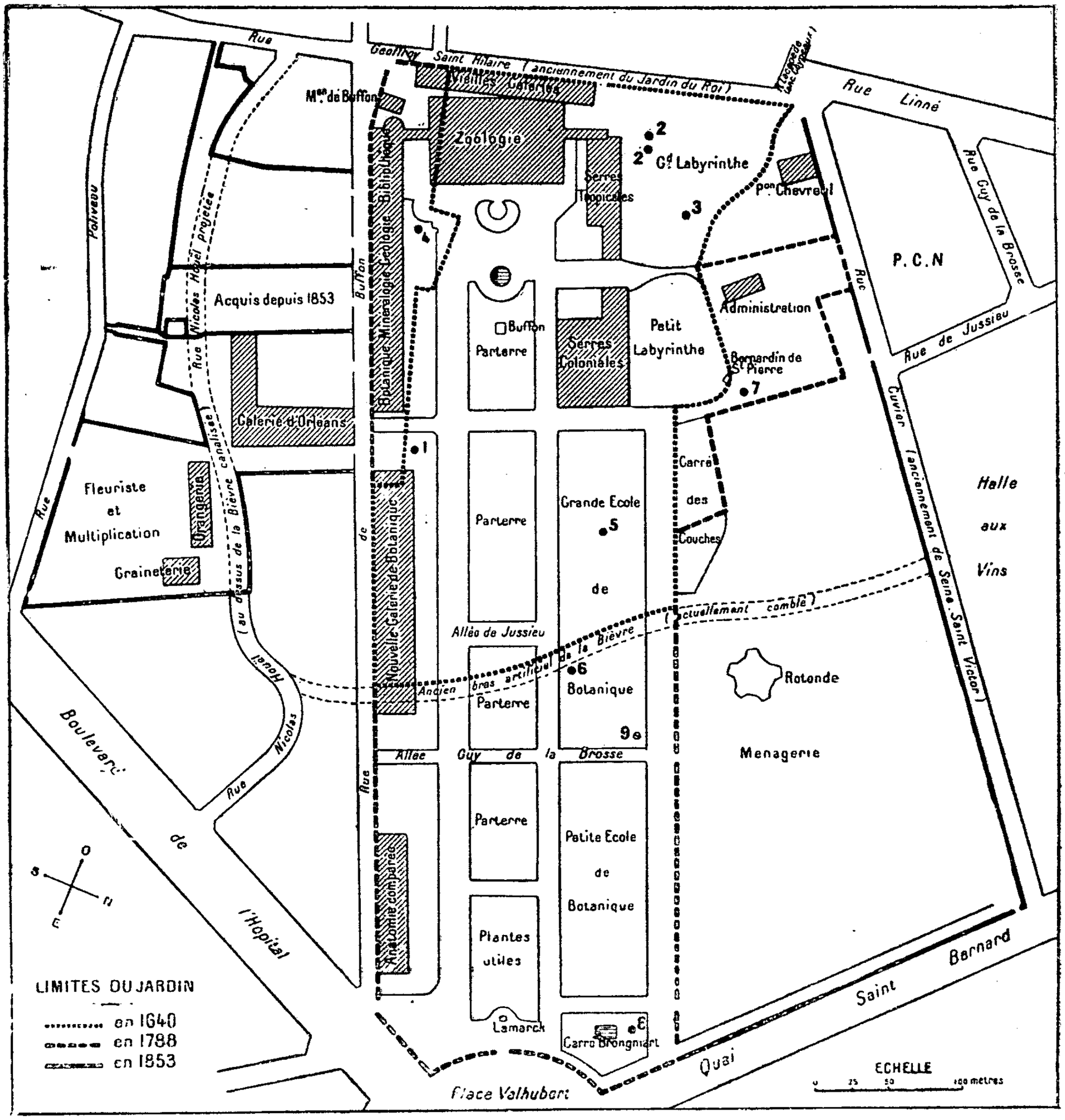


Fig. 1. — Les agrandissements successifs du Muséum.
1, *Robinier* de J. Robin (1636). — 2, *Acer creticum* de Tournefort (1702). — 3, *Cèdre* de B. de Jussieu (1734). — 4, *Sophora* du P. d'Incarville (1747). — 5, *Pin Laricio* de A. L. de Jussieu (1774). — 6, *Pyrus canescens* de A. L. de Jussieu (1774). — 7, *Platane* de Buffon (avant 1788). — 8, *Frêne* de Thouin vers 1800). — 9, *Quercus Ægilops* var. *macrolepis* de Desfontaines (1824).

*
* *

Il y a douze ans, presque jour pour jour (c'était le 3 mai 1921), ici-même, M. Bois retraçait l'histoire de la chaire de Culture (1), montrant qu'elle était la raison même de cette maison puisque l'édit royal de janvier 1626 créait le *Jardin royal des plantes médicinales* pour « faire les démonstrations des herbes et plantes médicinales aux escholiers et autres personnes qui en voudraient avoir connaissance ».

Successivement, Guy de la Brosse, professeur de 1626 à 1641, Vespasien Robin, de 1641 à 1662, Joncquet, de 1664 à 1671, Fagon, de 1671 à

Fig. 2. — André Thouin
1747-1824.

1672, Tournefort, de 1672 à 1708, Danty d'Isnard, en 1709, Vaillant de 1709 à 1718, Antoine de Jussieu, de 1718 à 1759, Lemonnier, de 1759 à 1786, Antoine-Laurent de Jussieu, neveu d'Antoine, de 1786 à 1824, occupèrent avec éclat la chaire de botanique du *Jardin du Roi*, créant la classification naturelle, établissant la sexualité des végétaux, introduisant une quantité de végétaux qui sont maintenant communs dans nos jardins et envoyant aux colonies des plantes utiles qui en constituent aujourd'hui la principale richesse.

(1) La chaire de culture du Muséum national d'Histoire naturelle, *Revue d'Histoire naturelle appliquée*, 1re partie II, p. 341-356, 365-375, (1921).

Lorsque la Convention, sur le rapport de Lakanal, décida le 10 juin 1793, la réorganisation de l'établissement en *Museum d'histoire naturelle*, Antoine-Laurent de Jussieu fut chargé de la *Botanique à la campagne*, tandis que Desfontaines devenait titulaire de la *Botanique au Museum* et qu'André Thouin, qui était jardinier en chef depuis l'âge de 17 ans, devenait Professeur de *Culture*.

Remarquablement doué, ayant passé toute son enfance au jardin dont son père avait été lui-même jardinier en chef, de 1745 à 1764, André Thouin se place au premier rang parmi les botanistes-cultivateurs par sa *Monographie des greffes* (1) et son *Cours de culture* (2), surtout si l'on songe qu'à cette époque il n'existait aucun enseignement de l'Agriculture et de l'Horticulture.

Louis-Auguste-Guillaume Bosc, ami de

Fig. 3. — Louis Auguste Guillaume Bosc
1759-1828.

Mme Roland et des Girondins, qui était parvenu, durant la Terreur, à se cacher dans la forêt de Montmorency, succéda à Thouin en 1824.

(1) Il existe encore au Carré Brongniart un Frêne commun greffé par Thouin sur 5 autres soudés en un seul à leur partie supérieure.

(2) Des modèles réduits d'instruments aratoires ont été exécutés à l'époque d'après les figures qui illustrent l'ouvrage et sont encore conservés au Laboratoire de Culture.

Une carrière mouvementée où il a été successivement officier, agent des postes, consul de France aux Etats-Unis, inspecteur des jardins et pépinières de Versailles, l'avait amené à s'occuper de pépinières et d'arbres exotiques, aussi se consacra-t-il surtout à l'acclimatation d'arbres de l'Amérique du Nord.

Charles-François Brisseau de Mirbel, bien qu'ayant été secrétaire général du Ministère de la police, puis de l'intérieur, était un botaniste-né, s'occupant particulièrement de la formation et de l'évolution des organes (ses *Eléments de Physiologie végétale et de Botanique* eurent un

Fig. 4. — Charles François Brisseau de Mirbel
1776-1854.

très grand succès), ce qui ne l'empêcha pas de se révéler technicien avisé comme intendant de Joséphine à la Malmaison. Il y avait fait construire une serre chaude qui fut considérée comme « l'une des sept merveilles de Paris » et pour l'ornementation de laquelle les collections du Museum furent plus d'une fois mises à contribution.

Malade, il abandonna ses fonctions de Professeur au Muséum et à la Sorbonne en 1849.

Joseph Decaisne, qui lui succéda, était entré au Muséum à l'âge de 17 ans, comme jardinier, au temps de Bosc ; il avait été tour à tour attaché à la graineterie et au carré des semis, puis aide-naturaliste (on dirait aujourd'hui sous-directeur de laboratoire) de Botanique à la campagne lorsque cette chaire était occupée par Adrien de Jussieu, fils d'Antoine-Laurent.

Son œuvre est surtout horticole : qu'il suffise de rappeler sa publication capitale : *Le Jardin fruitier du Muséum*, orné d'admirables planches de Riocreux, son *Manuel des jardins*, en collaboration avec Naudin et sa contribution suivie à la *Flore des serres et jardins de l'Europe*, à la *Revue horticole*, au *Journal de la Société d'Horticulture de France*.

Son œuvre de botanique pure est plus discutée et lui valut d'être attaqué dans des pamphlets où Baillon déversa toute sa bile (1).

Quoi qu'il en soit, il est profondément regrettable que, en souvenir de son origine belge, il ait légué au jardin botanique de Bruxelles un herbier personnel renfermant beaucoup de types d'espèces décrites par lui sur des plantes

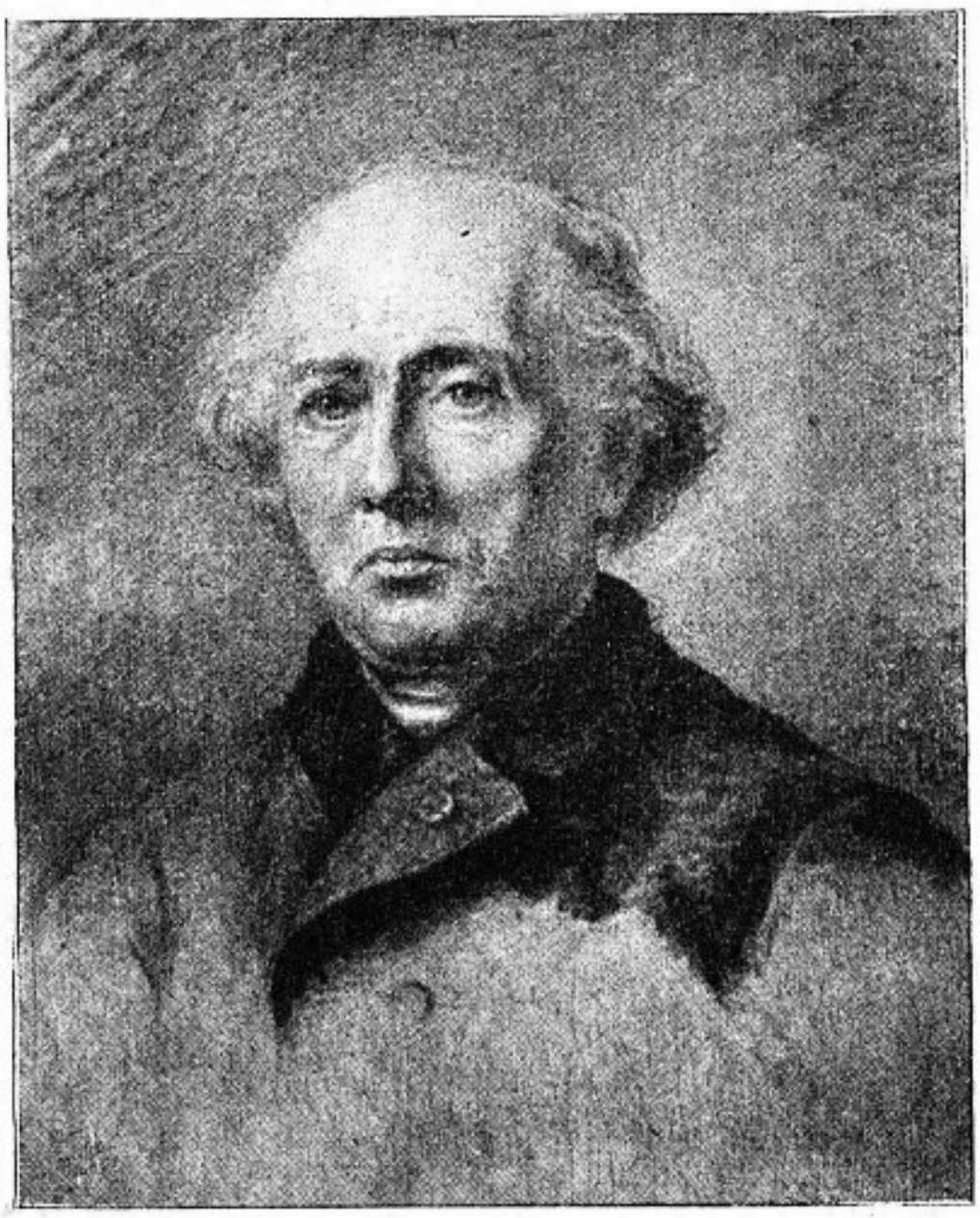


Fig. 5. — Joseph Decaisne
1807-1882.

cultivées au Muséum de Paris et qui n'y sont pas représentées à l'Herbier.

Maxime Cornu, qui lui succéda en 1884, s'était surtout spécialisé dans la Cryptogamie et la Phytopathologie, tandis qu'il était aide-natu-

(1) *Errorum Decaisneanorum graviorum vel minus cognitorum Centuria prima .... sexta*, 96 p. in-8, Paris imprimerie E. Martinet, sans date. (Une septième centurie est restée manuscrite.)

raliste (sous-directeur) à la chaire d'Organographie et Physiologie végétales. On connaît son rôle important dans la lutte contre le Mildiou et le Phylloxera, la rouille du Poirier, etc.

Nommé professeur de culture, il consacra

Fig. 6. — Maxime Cornu
1843-1901.

une activité débordante mais un peu maladive à la mise en valeur de l'empire colonial que la France reconstituait alors. Non seulement il envoyait aux colonies des graines et des plants de végétaux utiles, pour la multiplication desquels il avait fait construire des serres spéciales, mais il s'attachait à former des chefs d'exploitations et de jardins d'essais coloniaux et inaugura en 1886 un cours d'Agronomie coloniale.

C'est également à lui que l'on doit la création du laboratoire de Culture, bien qu'il se soit toujours refusé à l'occuper.

M. Julien Costantin avait aussi un brillant passé de cryptogamiste quand il succéda à Cornu en 1901. Maître de conférences à l'Ecole normale supérieure, il resta surtout professeur, se passionnant pour les questions les plus controversées de la biologie générale : hybridité, symbiose, dégénérescence.

La carrière de M. Désiré Bois est, en bien des points, comparable à celle de Decaisne : entré très jeune comme jardinier, il fut ensuite chargé de la graineterie, préparateur (assistant) à la chaire de Phanérogamie, puis aide-naturaliste (sous-directeur) à la Culture avant de devenir le titulaire de cette chaire en 1920. Les plantes alimentaires, surtout légumières et fruitières, furent toujours sa prédilection et c'est à lui, aidé de son ami Pailleux, que l'on doit l'introduction du Crosne (*Stachys affinis*) qui est devenu courant sur nos marchés.

Cette revue rapide montre combien divers sont les champs qui s'ouvrent à l'activité de la chaire de Culture, encore y faut-il ajouter la génétique dont les lois fondamentales furent découvertes, ou plutôt redécouvertes, par Naudin, aide-naturaliste de Decaisne. Cette discipline récente ouvre des horizons illimités tant

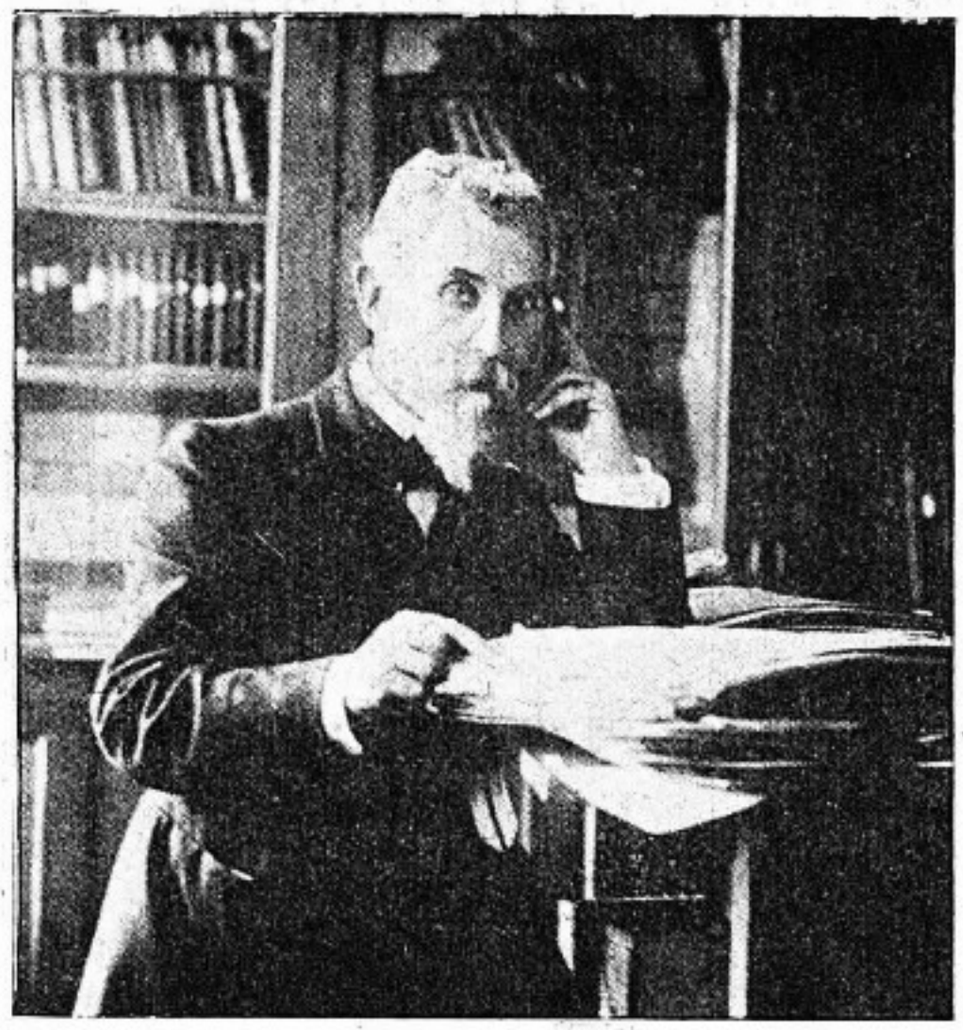


Fig. 7. — Julien Noël Costantin.

pour les recherches de science pure que pour les applications agricoles et horticoles.

*
* *

Ce que fut le rôle de la chaire de Culture dans l'introduction des plantes ornementales nouvelles pour nos jardins et nos parcs, je ne le rappellerai pas, M. Bois, à son cours inaugural, ayant donné des listes très détaillées auxquelles je ne puis que renvoyer.

Je voudrais m'attarder plus longtemps sur la part qui revient au service dans la diffusion des plantes utiles dans les colonies. La chose me sera d'autant plus facile que, depuis 1843, les registres mentionnant les sorties de plantes ont été conservés et constituent de précieuses archives.

Dès sa fondation, le Jardin des plantes était en relations étroites avec les Jardins d'acclima-

tation institués aux colonies par Colbert et dont les plus célèbres sont ceux de l'île de France (aujourd'hui Maurice), de l'île Bourbon (aujourd'hui la Réunion) et de Cayenne.

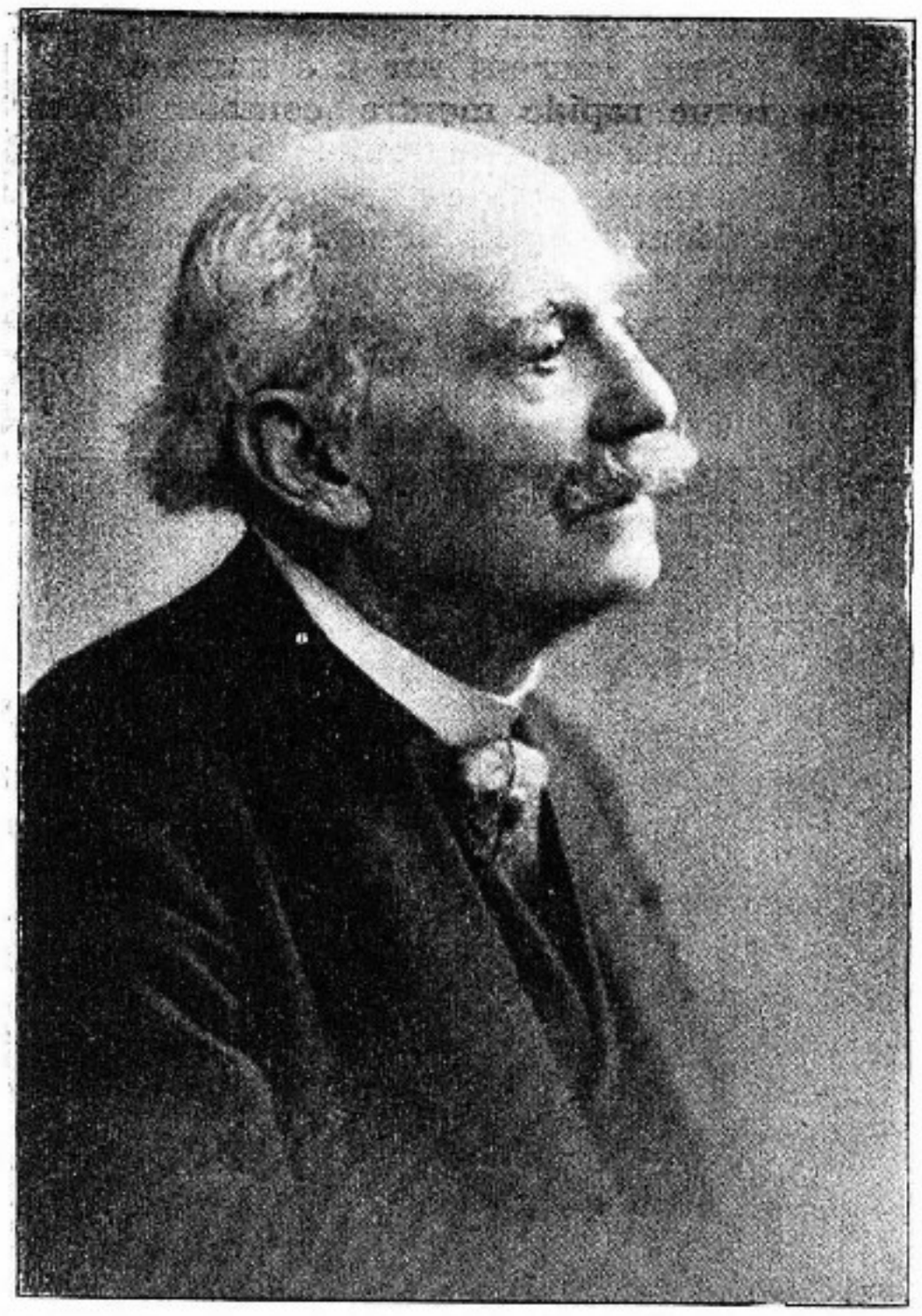


Fig. 8. — Désiré Bois

En 1716, Michel Isambert et 4 ans après, Gabriel de Clieu, transportèrent aux Antilles les premiers caféiers qui devaient devenir l'une des principales richesses de ces îles. Tout le monde connaît la charmante légende du chevalier de Clieu se privant de sa ration d'eau pour arroser son caféier durant la traversée.

En 1820, c'était la vanille qui était introduite à la Réunion.

En 1843, le patchouli, le goyavier de Chine, la vanille, le bibacier, le châtaignier austral furent envoyés à la Guyane ; en 1845, le patchouli et le châtaignier austral à la Martinique; en 1847, toute une série de plantes d'ornement à la Guadeloupe ; en 1849, la plupart de nos arbres fruitiers d'Europe à Tahiti et même, dès 1844, la majeure partie de nos légumes et de nos arbres fruitiers à Madagascar.

De 1850 à 1882, ce furent surtout des plantes économiques (caoutchoutier, cotonnier, mûrier à papier, poivrier, cannellier) que le Muséum envoya aux Antilles, au Sénégal et au Gabon, en y ajoutant de nombreux pieds d'arbres fruitiers tropicaux.

Pendant le professorat de Cornu (1884-1901), ce furent 8.644 plantes appartenant à 200 espèces qui partirent en serres portatives pour le Sénégal, le Soudan, la Guinée, la Côte d'Ivoire, le Gabon, le Congo, Madagascar, les Comores, la Réunion, l'Indochine, la Nouvelle-Calédonie, les Antilles, sans parler d'une moyenne annuelle de 427 sachets de graines.

Parmi ces plantes on peut citer : des plantes alimentaires et fruitières : arrow-root, *Coleus* tubéreux, kudzu, taro, abricotier des Antilles, anones, arbre à pain, avocatier, bananier, bibacier, bilimbi, caïnitier, caroubier, *Cassia*, *Citrus* divers, barbadine, goyaviers, jujubier, kaki, litchi, mangoustan, manguier, mombin, papayer, pommier de Cajou, sapotillier, wampi ; des plantes à épices, excitantes ou officinales : amomes, ayapana, cacaoyer, caféiers, cannellier, cardamome, coca, giroflier, ipécacuhana, khaat, kolatier, maté, muscadier, poivrier, quinquinas, tamarinier, vanille; des plantes industrielles : agaves, balata, bancoulier, bois de Campèche, bois de Panama, cajeput, camphrier, cananga, caoutchoutiers, *Eucalyptus* divers, fromager, henné, indigotier, kapokier, niaouli, palmier à huile, pignon d'Inde, *Phormium*, *Raphia*, savonnier, storax, verveine-citronnelle, ylang-ylang ; des bois précieux : acajou d'Amérique, acajou d'Afrique, acajou du Sénégal, bois de rose, bois de rose d'Océanie, courbaril, liem , teck.

Parmi les envois tout récents, on peut citer les *Taraktogenos*, dont l'huile, ou huile de Chaulmoogra est un remède spécifique de la lèpre.

Cependant, la question de l'introduction des plantes utiles aux colonies ne se présente plus maintenant sous le même jour qu'il y a 50 ans ou même 30 ans. Dans des colonies nouvelles, manquant de tout, il était naturel d'essayer toutes les plantes utiles capables de nourrir la population ou de créer des sources de richesse, maintenant qu'on a discerné les seules espèces nettement appropriées au climat, au sol, à la main-d'œuvre, aux moyens de transport de telle ou telle colonie et susceptibles d'y être cultivées avantageusement, il faut sélectionner les sortes les plus productrices, fournissant les produits les meilleurs ou à croissance la plus rapide. Ce travail, ce n'est plus celui du Muséum, mais des jardins d'essais coloniaux.

Là encore, le Muséum et le service de Culture ont leur rôle à jouer. Autrefois, les créateurs et directeurs de jardins coloniaux étaient presque tous d'anciens ouvriers du Jardin des Plantes, voire même d'anciens chefs de carrés, qui s'étaient familiarisés dans nos serres avec les plantes coloniales, leur semis, leur culture, leur multiplication et leur envoi.

Actuellement, cette source de recrutement est complètement tarie, mais s'il est naturel de rechercher parmi les anciens élèves des Instituts s'occupant d'agronomie coloniale, des chefs de jardins coloniaux, on ne peut que s'associer au vœu (1), demandant que ceux-ci aient effectué au préalable un stage au Muséum et ne puissent être nommés que sur présentation du Muséum.

*
* *

Je me garderai bien de déflorer le patient travail par lequel M. W. Falls, citoyen américain, a suivi dans ses moindres détails les efforts de Buffon pour agrandir et compléter le jardin du faubourg Saint-Victor (2), mais je pense qu'il n'est pas sans intérêt de retracer, dans leurs grandes lignes, les transformations et déplacements de l'Ecole de botanique, de l'Officinal et des Serres.

Au début, situé hors Paris, le jardin n'avait d'accès que par la rue Geoffroy-Saint-Hilaire (alors rue du Jardin du Roi) ; il s'étendait jusqu'au bras artificiel de la Bièvre coulant, parallèlement à la Seine, à peu près à l'emplacement de l'allée de Jussieu actuelle ; les terrains en bordure de la rue Cuvier (alors rue de Seine-Saint-Victor) étaient occupés par la communauté des Nouveaux Convertis (Pavillon Chevreul actuel), l'hôtel de Vauvray (Direction actuelle) et des cultures maraîchères ; ceux en bordure de l'actuelle rue de Buffon formant le petit Gentilly et le Clos Patouillet n'en faisaient pas partie, en sorte que l'ensemble du Jardin ne couvrait que la moitié des parterres et de l'Ecole de botanique actuelle et les Labyrinthes n'étaient que d'énormes tas d'immondices.

Les plantes médicinales en occupaient la plus grande partie ; l'Ecole de botanique, où les plantes étaient rangées d'après leurs propriétés, s'étendait le long du Petit Labyrinthe, c'est-à-dire à l'emplacement des serres coloniales actuelles et du jardin d'hiver récemment démoli; quant aux légumes et aux arbres fruitiers, ils étaient cultivés le long de la Bièvre.

En 1694, Tournefort replanta l'Ecole de botanique au même emplacement, mais en y appliquant sa classification, toutefois ses classes des arbres et arbustes, furent disposées sur une étroite bande de terrain parallèle à la rue de Buffon depuis l'allée de Jussieu actuelle jusqu'à l'Intendance (Maison de Buffon) : le premier pied de *Sophora*, issu de graines envoyées par le P. d'Incarville, en marque la place.

En 1725, le Grand Labyrinthe, l'ancienne butte Coypeaux, fut planté en vignes, mais on respecta les deux *Acer creticum* rapportés par Tournefort de son voyage en Orient, qui existent encore. Peu après, il fut d'ailleurs replanté en Conifères et le célèbre cèdre du Liban, l'un des deux rapportés d'Angleterre par Bernard de Jussieu — l'autre existe à Montigny-Lencoup (Seine-et-Marne) — y fut planté en 1734.

En 1788, à la mort de Buffon, le jardin atteignait la rue qui porte son nom ; les terrains entre Seine et Bièvre avaient été acquis des religieux de Saint-Victor et le bras artificiel de la Bièvre avait été comblé, enfin l'hôtel de Magny (précédemment de Vauvray) avait été annexé. Un gros platane situé en face de la statue de Bernardin de Saint-Pierre rappelle les trois que fit alors planter Buffon.

A.-L. de Jussieu qui avait replanté l'Ecole de botanique en 1773-1774, l'étendant jusqu'au niveau du commencement de la fosse aux ours, l'augmenta d'un quart en 1788 jusqu'au niveau de la rotonde des pachydermes. Il y appliqua la nomenclature linnéenne et la classification inédite de son oncle Bernard, qui est la première classification naturelle. Ces remaniements ne coûtèrent pas moins de 36.000 livres.

Le vieux Pin Laricio de l'Ecole de botanique indique l'emplacement où se trouvaient les Conifères.

Les arbres fruitiers furent groupés dans le prolongement de l'Ecole de botanique jusqu'à l'allée Guy de la Brosse. Un gros *Pyrus canescens* marque encore la place. Enfin, les plantes utiles leur faisaient suite.

De 1795 à 1822, le Muséum réorganisé s'efforce d'atteindre la rue Cuvier en achetant les Nouveaux Convertis et les terrains de la ménagerie qui étaient utilisés comme jardins maraîchers et chantiers de bois. Les limites actuelles étaient complètement atteintes en 1846, sauf une petite enclave vers le 47 de la rue de Buffon.

En 1824, Desfontaines avait replanté l'Ecole de botanique en la prolongeant jusqu'à l'allée Guy de la Brosse, c'est-à-dire en y incorporant l'école des arbres fruitiers de de Jussieu, mais en conservant la classification de celui-ci : un gros *Quercus Ægilops* var. *macrolepis* marque sans doute l'emplacement des Cupulifères.

En 1842-1843, A. Brongniart constitua l'Ecole de botanique actuelle. La classification suivie, spéciale à Brongniart, est aujourd'hui totalement périmée. D'ailleurs, pour la comprendre, il faut parcourir la Grande Ecole des Serres vers la Seine, puis la Petite en sens inverse, Brongniart ayant voulu placer les Gymnospermes, et les Apétales qui comprennent surtout les arbres du côté du quai, pour former rideau contre les poussières. Les plantes utiles et officinales furent transportées à leur em-

(1) Vœu d'A. Chevalier au IIe Congrès international pour la protection de la nature.
(2) W. Falls: Buffon et les agrandissements du Jardin du roi.

placement actuel. Depuis lors, il y a lieu de signaler, lors de la construction des galeries d'Anatomie en 1893, le comblement du carré creux (carré Thouin actuel) qui marquait l'ancien lit de la Bièvre et dont le bassin s'alimentait uniquement par infiltration, la disparition des pépinières pour faire place à la Galerie du Duc d'Orléans et celle du Fruticetum quand on entreprit la construction de la Nouvelle Galerie de Botanique.

Depuis un siècle, c'est la lutte inégale de la plante contre le moellon, l'expulsion lente mais continue du jardinier, et si, en 1920 (1), le Muséum n'avait pas reçu pour 99 ans le domaine de Chèvreloup, prolongement du petit Trianon, planté par Bernard de Jussieu et où il subsiste de fort beaux arbres, on aurait pu prévoir la date prochaine où le Jardin des plantes n'aurait plus abrité que des musées et des ménageries.

Une Orangerie avait été construite dès le début du Jardin dans la partie Ouest de la pente Sud du Grand Labyrinthe. On y ajouta une serre froide ou tempérée quelques années après.

En 1714, on creusa dans la même pente du Labyrinthe et on lui adossa une serre chaude, la première construite en France, pour abriter le pied de caféier qu'à la suite du traité d'Utrecht, le bourgmestre d'Amsterdam avait envoyé du Jardin botanique de Leyde à Louis XIV, caféier qui, ayant fleuri et fructifié, fut la souche des plants importés aux Antilles par Isambert et de Clieu.

Cette serre fut ensuite encadrée de deux autres, également chaudes, situées légèrement en avant, bâties de 1717 à 1792, puis on construisit de chaque côté de l'allée des Cèdres, deux grandes serres chaudes (serres du Fay) prolongées vers l'Est par une grande serre chaude (serre Buffon) commencée en 1788.

En 1821, l'ancienne Orangerie existait toujours, mais une nouvelle avait été construite de 1795 à 1800 à l'Est du Petit Labyrinthe. A l'Est de l'ancienne Orangerie, on trouvait deux serres, l'une voûtée, l'autre froide, en arrière trois autres, dont deux froides, ayant remplacé les trois vieilles serres chaudes, puis les deux serres du Fay, la serre Buffon et, derrière celle-ci, en étages, la serre Baudin édifiée en 1798 et la serre Philibert, construite en 1821.

En 1830, on remplaça toutes les serres situées à l'Ouest de l'allée des Cèdres par des serres courbes disposées sur deux étages ; en 1833 on construisit, à la place des serres du Fay, les deux grands pavillons, le chaud à l'Ouest, le froid à l'Est ; en 1854, à l'emplacement de l'Orangerie primitive on édifia un groupe de trois serres chaudes, celle du milieu formant serre-aquarium pour la *Victoria regia* ; les serres Buffon, Baudin et Philibert disparurent pour permettre l'édification de 1880 à 1884 du grand jardin d'hiver construit par André, sans aucun souci des nécessités culturales ; enfin, vers 1891, furent bâties en avant de celui-ci le groupe des serres coloniales, complétées vers 1893-96. Depuis, il n'y a à signaler que la démolition de l'orangerie de Molinos, remplacée en 1927-28 par une nouvelle en ciment armé dans les annexes, entre la Bièvre et la rue Poliveau, la démolition du Jardin d'hiver en 1932 et la construction ou reconstruction, avec les seules ressources du service, de 3 petites serres du groupe des serres coloniales.

*
* *

Nous avons vu que la création du Jardin de Jussieu, à Chèvreloup, près Versailles, permet seule de reconstituer des collections de plantes de plein air qui ont presque totalement disparu du Jardin des Plantes et de réaliser dans de bonnes conditions de sol et d'atmosphère de vastes ensembles instructifs et ornementaux : arboretum, fruticetum, collections fruitières, roseraie, etc. Il est cependant des collections qui doivent demeurer à Paris à proximité du monde des écoles et facilement accessibles au peuple de Paris ; elles doivent à la fois correspondre aux préoccupations de la science et aux goûts du public.

Pour les plantes de serre, il serait indispensable de disposer de vastes jardins d'hiver où les végétaux utiles plantés en pleine terre puissent acquérir un développement suffisant pour fleurir et fructifier.

Pour les plantes de plein air, les groupements devraient être totalement modifiés : il serait nécessaire que l'Ecole de botanique fût replantée suivant une classification moderne, que nos riches collections de plantes grasses ou alpines fussent présentées en tenant compte des conditions biologiques et en s'efforçant de reconstituer le cadre où vivent ces plantes dans la nature. Il faudrait créer des groupements biologiques réunissant les plantes désertiques, de marais, de terrains salés, calcaires, siliceux, etc., des groupements géographiques montrant tout ce que le Proche-Orient, l'Asie centrale, l'Extrême-Orient, l'Australie, l'Afrique du Sud, les deux Amériques, nous ont fourni de plantes utiles ou ornementales en attirant en même temps l'attention sur l'aspect commun aux plantes d'une même région (succulence, port éricoïde, etc.), des groupements phylogéniques montrant les transformations survenues chez

(1) Le décret affectant Chèvreloup au Museum est du 28 décembre 1927, mais une convention avait été passée entre les Eaux et Forêts et le Museum dès le 25 novembre 1920.

les plantes spontanément ou à la suite de la culture (type sauvage et formes cultivées, plantes naines, fastigiées, pleureuses, à feuilles laciniées, panachées, à fleurs pleines, etc.).

Mon plus vif désir est ainsi de rajeunir notre vieux Jardin et de lui redonner sa popularité d'antan, sans oublier que — quoi qu'on en ait dit —, le Jardin n'est pas toute la chaire de Culture et qu'il alimente le laboratoire en matériel de choix pour toutes les recherches de botanique pure et appliquée, métropolitaine et coloniale.

Pour réaliser ces beaux rèves d'avenir, il ne manque que des crédits, du matériel, du personnel, « puissent les Pouvoirs publics et l'initiative privée en comprendre l'urgence et nous aider dans cette lourde tâche » pour reprendre textuellement les mots par lesquels mon prédécesseur terminait son cours inaugural et par lesquels, à douze ans de distance, je terminerai le mien.

SCIENCE ET COLONISATION [1]

D'après M. A. LACROIX

Secrètaire perpétuel de l'Académie des Sciences.

par R. TROUDE

Les souvenirs laissés par notre brillante Exposition Coloniale de Vincennes ne sont pas tellement estompés déjà qu'on ne puisse s'intéresser encore à l'œuvre grandiose qu'elle avait pour but de glorifier, pour la continuer et la compléter. La compléter, car elle a présenté certaines lacunes. Célébrer les conquêtes et les conquérants, figurer les arts et les industries, « tout cela était très bien. Mais il m'a semblé que parmi tous les bons ouvriers de la prise de possession et de la mise en valeur de la France d'outremer que l'on a voulu honorer, et à juste titre, il manquait à l'appel un petit groupe d'hommes qui, eux aussi, ont bien travaillé à ce qui est devenu une partie de notre histoire nationale, une histoire émouvante et très chère pour nous. Je veux dire les *hommes de science*. Sans doute, on ne peut mettre à leur actif aucune de ces actions d'éclat qui frappent l'imagination populaire. Ils ont peiné silencieusement, dans l'ombre, sans espoir ni désir de fortune ou de gloire, soucieux seulement de recueillir et d'accumuler des données nouvelles pour la Science, d'apporter modestement leur pierre, petite ou grande, à un vaste édifice collectif, de faire des observations utiles à la connaissance et à la prospérité de régions nouvelles, de régions françaises. Et cette passion pour la recherche et l'aventure qui peut difficilement se définir avec précision, mais que comprennent bien tous ceux touchés par elle, ils l'ont satisfaite, en dépit de tous les obstacles, de tous les dangers, souvent au péril de leur santé, et il en est qui, eux aussi, lui ont donné jusqu'à leur vie. »

Voilà le dessein qui nous a valu une de ces galeries de portraits où M. Lacroix excelle, galerie qui complète utilement les beaux volumes de *Figures de Savants* dont nous avons naguère rendu compte ici.

« Ne pouvant embrasser l'ensemble de nos Colonies dans les limites trop étroites d'une Notice académique » où il avait le souci de n'oublier personne, M. Lacroix s'est « restreint à un groupe homogène, composé de la Guyane, des petites Antilles (Martinique, Guadeloupe), et de Saint-Domingue, français jusqu'en 1805. Ce fut là, d'ailleurs, au XVIII^e^ siècle, le grand centre d'attraction des efforts coloniaux de la France ».

Ils sont une trentaine, ces humbles et souvent très méritants serviteurs de la Science que M. Lacroix a tenu à « faire sortir de l'ombre » où ils sont restés trop ignorés, afin qu'à leur tour ils soient mis à l'honneur. Tous ont appartenu de près ou de loin à l'ancienne Académie royale des Sciences ou à l'Institut de France, les uns comme membres titulaires; les autres comme correspondants. Ce qu'était cette Académie royale, avec ses quatre classes de membres honoraires, pensionnaires, associés et élèves ; ce qu'étaient ces correspondants, nommés très librement et parfois sans garanties suffisantes, et en relations directes avec leur « patron », ce qui explique la disparition fréquente de leurs communications et la difficulté de reconstituer

(1) Extrait de la *Notice historique sur les membres et correspondants de l'Académie des Sciences ayant travaillé dans les colonies françaises de la Guyane et des Antilles de la fin du* XVII^e^ *siècle au début du* XIX^e^. Lecture faite en la séance annuelle de l'Institut, le 12 décembre 1932, par M. Alfred Lacroix, Secrétaire perpétuel.

leurs travaux : voilà ce qu'expose d'abord l'auteur, avant de les passer en revue dans l'ordre de leur arrivée aux Colonies.

On voudrait pouvoir tout citer de ce palmarès glorieux mais équitable, qui ne cache rien des défauts et des torts de ses lauréats, mais qui s'attache à ne rien laisser échapper non plus de leurs mérites, et qui sait s'acquitter de cette double tâche avec ce doigté, ce souci du détail juste et cette aisance à quoi, derrière le savant très compétent en la matière, on reconnaît l'humaniste.

Voici d'abord Jean *Richer* (1630-1696), inscrit comme élève astronome sur la liste initiale de l'Académie en 1666, envoyé par Cassini, en 1671, à la Guyane pour y faire des observations dont les résultats furent publiés en 1684. « Il en est une qui, à elle seule, sauvera son nom de l'oubli, c'est la remarque qu'une horloge réglée à Paris retardait d'une façon considérable à Cayenne et que, pour lui rendre une marche normale, il fallait diminuer la longueur de son pendule d'une ligne un quart. (Découverte) dont dérivent tous les grands travaux géodésiques entrepris depuis cette année mémorable de 1672 ».

Richer est un pur astronome. Le P. Louis Feuillée (1660-1732), lui, « joignit à son amour pour l'Astronomie une véritable passion pour la Botanique et la Zoologie ». Voyageur intrépide, excellent dessinateur, ayant exploré les Antilles et l'Amérique du Sud, il est l'auteur de nombreux mémoires à l'Académie, de dix volumes manuscrits in-folio conservés à la Bibliothèque de Marseille, et de trois in-quarto publiés de 1714 à 1725 et relatifs à ses voyages : écrits sans prétention littéraire, mais riches en renseignements précis et variés : faits astronomiques, plans de villes, descriptions de plantes et d'animaux, parfois dissections de ceux-ci, mœurs des habitants...: « Il nous apparaît comme un astronome et un géographe infatigable, comme un précurseur dans l'étude de la Botanique et de la Zoologie des Antilles et de l'Amérique du Sud. Son œuvre botanique était appréciée de Linné, qui lui a dédié le genre *Fevillea*. Certains biographes lui ont attribué la découverte de ces jolies fleurs que sont les Fuchsias, mais ce n'est pas exact, le genre Fuchsia a été établi par Linné, d'après des documents établis par le P. Plumier. Par contre, on lui doit la connaissance de maints végétaux utilisables à divers points de vue ».

Pierre *Barrère* (1690-1755) « semble avoir été le premier naturaliste français qui ait étudié méthodiquement la Guyane ». Médecin de son métier, il est envoyé comme botaniste du roi à Cayenne, où il passe deux ans, et d'où il rapporte des matériaux nombreux et de prix qui firent l'objet de deux publications : *Essai sur l'histoire naturelle de la France équinoxiale* (1741) et *Nouvelles relations de la France équinoxiale* (1743), « intéressante étude géographique, historique et économique. L'auteur considère la Guyane à ces différents points de vue, et notamment à celui de ses productions et de son commerce. On y trouve aussi un exposé d'une importance capitale pour l'étude ethnographique de notre Colonie au XVIII^e^ siècle ; accompagné de planches et de dessins, il est consacré aux mœurs et coutumes des indigènes. Il semble parfois que Barrère ait pressenti l'intérêt que prendrait la Science à ces études de l'homme ; à bien des points de vue il fut presque un novateur. » Sa documentation fut d'ailleurs largement utilisée par beaucoup de ses successeurs, dont certains, tel l'abbé Raynal, oublièrent de le citer. N'omettons pas de cueillir au passage ce trait savoureux : « Quand sa dernière heure fut proche, le curé de l'église Saint-Mathias (à Perpignan), vint lui apporter les derniers sacrements ; il lui demanda s'il croyait en Dieu. Et le vieux médecin agonisant de lui répondre : « Je crois en tout, excepté en la médecine ! »

Avec J.-A. *Peyssonnel* nous avons affaire à « un homme de premier plan, auteur d'une découverte qui révolutionna une grande région de l'histoire naturelle (sur la nature du corail). Mais, bien loin de lui valoir de son temps, la renommée à laquelle il avait droit, elle ne fut traitée que par le dédain. Vingt ans passèrent, des travaux d'autres zoologistes vinrent la confirmer sans contestation possible, le mérite de Peyssonnel fut enfin reconnu, mais sans excès, et des mesures mesquines continuèrent à ne pas lui être ménagées ». Eternelle histoire des novateurs !

Né en 1694, à Marseille, fils de médecin, médecin lui-même, il voyagea très jeune aux Antilles, aux bouches du Mississipi, puis en Egypte, et se distingua lors de la grande épidémie de 1720, après laquelle il publia un *Mémoire sur la contagion de la peste et les moyens de s'en préserver* (1722). Nommé correspondant de l'Académie, il est chargé d'une mission sur les côtes barbaresques par l'abbé Bignon. Mais, ni celui-ci, ni A. de Jussieu ne s'intéressent à ses relations, qui n'ont été publiées qu'au siècle suivant. On croyait, jusque-là, à la nature minérale ou végétale du corail. Or, « dès 1725, étudiant sur les côtes de Barbarie des tiges de corail récemment pêchées et placées dans des vases remplis d'eau de mer, il vit que les prétendues fleurs étaient, en réalité, de nature animale, et l'être qui le constituait, dans le langage imprécis d'alors, il l'appela un « insecte semblable à une petite ortie ou pourpre »... Il ne se contenta pas de cette observation. En hâte il étudia tous les animaux de la Méditerranée

apparentés au corail et généralisa ses conclusions en les appliquant aux Lithophytons, c'est-à-dire aux Gorgones, et ainsi il réalise ce progrès d'importance capitale, arracher au règne végétal des êtres dont il établit l'animalité ».

Cependant ni B. de Jussieu, ni Réaumur, ni personne à l'Académie des Sciences ne s'intéressa à la découverte. Dégoûté de leur envoyer des Mémoires qui tombaient dans le vide, Peyssonnel s'adressa à la Société royale de Londres, qui l'accueillit parmi ses membres étrangers et publia de lui plusieurs notes importantes. Peyssonnel eut encore le rare mérite d'être le premier à faire une description précise du volcan de la Guadeloupe, dont il avait exploré les cavernes. Il avait même dressé, dès 1730, « un programme d'exploitation du soufre de ce vieux volcan, mais des difficultés administratives ne permirent pas de le réaliser ».

C'est encore un médecin naturaliste que J.-F. *Artur*, mais c'est un Normand de vieille souche. Les Normands sont nombreux dans cette galerie de savants voyageurs. Né à Caen, en 1708, élève de du Fay et de B. de Jussieu, il est envoyé par eux comme médecin du roi à Cayenne, où il demeure 35 ans. Il est l'auteur d'une monumentale *Histoire des Colonies françaises de la Guyane* en treize in-folio manuscrits conservés à la Bibliothèque Nationale, « véritable mine de documentation historique et juridique, mais qui ne paraît renfermer qu'un seul chapitre scientifique ».

Il servit de guide à Ch. M. de la *Condamine* (1701-1774). Celui-ci est connu pour sa mission de 1736 au Pérou en vue de la mesure du méridien. C'est à son retour qu'il séjourna au Brésil et à la Guyane, où il répéta et corrigea les mesures géodésiques de Richer. Naturaliste aussi, il essaie d'acclimater le quinquina. Notons surtout son mémoire de 1751 « Sur une résine élastique, nouvellement découverte à Cayenne par M. Fresneau, et sur l'usage des divers sucs laiteux d'arbres de la Guyane ou France équinoctiale ». On a deviné qu'il s'agit du caoutchouc.

Thibault de Chanvalon, un Martiniquais, est l'auteur d'un *Voyage à la Martinique* (1763), où l'île est étudiée avec soin sous tous ses aspects. Il fut avec le chevalier Turgot, frère du grand économiste, et un certain Brûletout de Préfontaine, colon guyanais, une des têtes de cette lamentable expédition du Kourou, ordonnée par Choiseul pour compenser la perte du Canada, et qui fut un désastre pour la France et pour Chanvalon : déclaré coupable d'impéritie après un jugement sommaire, des lettres patentes de 1767 le condamnèrent à la détention perpétuelle au Mont Saint-Michel : c'est seulement en 1781 que Louis XVI annula la décision de son prédécesseur.

J.-B. *Leblond* est un aventurier, un médecin amateur, qui a parcouru en tous sens l'Amérique du Sud, a découvert les gisements de platine du Choco, fait de nombreux travaux de botanique et de thérapeutique et établi la première carte sérieuse de la Guyane. Son *Voyage aux Antilles* (1813) est plein d'attraits, et sa *Description de la Guyane française* (1814) lui vaut cet éloge : « On peut dire que l'auteur a vu tout ce qui est essentiel dans cette géologie, ou, pour parler plus exactement, on doit dire que depuis lors peu a été ajouté à ce qu'il a écrit sur ce sujet ». Leblond a un autre titre de gloire... plus contestable : à lui revient sans doute la première idée de coloniser la Guyane avec la clientèle des maisons de force et de correction.

F.-J. *de Foulquier* (1744-1789), conseiller au Parlement de Toulouse, fut l'ami de J.-J. Rousseau, qui le désigne par un F. dans ses *Rêveries d'un promeneur solitaire* ; il fut aussi l'ami du botaniste Picot-Lapeyrouse, et entretint avec lui une correspondance des plus instructives, où l'on trouve notamment ce récit curieux d'une séance à l'Académie royale :

» Ce grand jour estant venu [le 8 avril 1778], M. de Cassini dîna chez moi et nous fûmes ensemble après cette cérémonie à l'Académie des Sciences. Je fus présenté et parfaitement bien accueilli au milieu de ce peuple de Doctes. Il me serait bien difficile de te peindre l'aspect imposant et vraiment singulier de ce pays scientifique. Dans un quarré long d'une très longue étendue dont la décoration annonce l'ancienneté et dans lequel sont répandus dans des éloignements simétriques les bustes de Winslow, de Descartes, de Neuton, de Fontenelle, etc... est une table immense. Sur les murs sont de très grandes ardoises couvertes de chiffres, de calculs, d'algèbre ou de démonstrations de géométrie. Chaque heure est assignée à différents traités. Quand j'entrai, l'on disputait sur l'astronomie. Tous les érudits et les curieux de cette espèce de Science estaient dans un coin de la salle et s'en donnaient là à qui mieux mieux.. L'heure sonna, ce fut le tour de la chimie physique. M. Lavoisier lut un Mémoire sur l'air inflammable des marais. Comme la salle est immense, le grand nombre d'auditeurs se rend ordinairement près du lecteur, on le critique à chaque instant, et jamais l'objet n'a esté plus discuté que quand il a été soumis à cette épreuve.

« Voicy mon tour, l'heure sonne et M. Le Roy me prie honnêtement de faire à l'Académie les demandes ou les propositions que j'ai à luy faire. Je prends le sire vautour et avec la majesté d'un premier fauconier je m'avance l'oiseau sur le poing au milieu de l'assemblée dont je lui fixe les yeux. Je m'énonçai avec

assez de facilité malgré le silence effrayant que l'on m'accordait. [Les habitudes ont bien changé depuis 1778, note malicieusement M. A. Lacroix]. Je fis en très peu de mots l'histoire du vautour et l'on nomma MM. Brisson et Daubenton pour rendre compte du Mémoire qui luy est relatif », etc...

Nommé intendant de la Guadeloupe, puis de la Martinique, Foulquier, s'il n'y réalisa pas ses grands projets de recherches scientifiques, eut du moins le mérite d'y introduire la canne à sucre de Tahiti.

L. *Richard* (1754-1821) est « un botaniste pur sang qui, dès sa plus tendre enfance, ne rêva que plantes et se consacra tout entier à leur étude. Il avait de qui tenir, « étant fils, petit-fils et neveu de jardiniers du Roi. Envoyé en mission à la Guyane et aux Antilles, il y fit ample moisson d'observations et en rapporta au bout de huit ans des collections considérables et précieuses, que ses élèves et son fils surent utiliser.

A. *du Puget d'Orval* (1742-1801) est un type original de militaire naturaliste. Inspecteur d'artillerie coloniale et envoyé comme tel aux Antilles de 1784 à 1786, il est chargé à son retour de l'éducation du Dauphin. Il a rédigé d'intéressants journaux de voyage, et un mémoire sur le mancenillier où il fait voir que l'idée courante du danger que présenterait l'ombre de cet arbre n'est qu'une légende, mais que son suc est vénéneux et que l'eau ayant séjourné sur ses feuilles est nocive pour les yeux.

A. *Giroud*, né à Grenoble en 1761, est, lui, un véritable géologue et un grand minéralogiste. Un des premiers membres actifs du corps des Mines et de l'Institut, il a envoyé au *Journal des Mines* de nombreuses notes. En 1795, il est envoyé par le Directoire à Saint-Domingue, d'où il envoie des lettres enthousiastes dans le ton de l'époque. Citons ce passage, à l'adresse de ceux qui doutent de l'unité de la nature humaine :

« Vous pouvez annoncer aux philanthropes de votre patrie que leurs vœux sont remplis... Les hommes noirs dont la philosophie et notre glorieuse République ont brisé les fers sont dignes de la liberté qu'ils ont et reçue et conquise... Ceux qui ont osé dire et écrire que les noirs n'ont pas reçu de la nature la même dose d'intelligence que les blancs ont avancé une grande erreur ou un insigne mensonge. Ils ont outragé l'espèce humaine, qui est une dans ses facultés, quelles que soient les teintes diverses qui la colorent. J'ai vu déjà et observé avec beaucoup d'attention plusieurs hommes noirs, même parmi ceux tirés d'Afrique, qui donnent des preuves d'une intelligence peu commune », etc. Pour mieux le démontrer, Giroud annonce la fondation, à Saint-Domingue, d'une *Société libre des Arts et des Sciences* « composée de citoyens des trois couleurs qui nuancent la peau humaine dans cette contrée : la couleur jaune et la couleur noire possèdent ici un assez grand nombre d'hommes instruits et très dignes de figurer dans la république des Sciences et des Lettres. Annoncez cette importante vérité à l'Europe, trompée sur ce point par l'infâme cupidité de quelques colons et de quelques marchands dont l'avarice avait fait des anthropophages ».

Ces considérations et entreprises humanitaires n'empêchaient pas Giroud de se livrer à une prospection attentive du sous-sol de l'île, d'y découvrir des gisements platinifères, de rechercher leurs origines géologiques, et d'apprendre aux indigènes à laver l'or qu'ils rejetaient jusque-là négligemment. Mais, miné par la fièvre, il mourait prématurément en 1797.

Hapel-Lachènaie, né à Argentan en 1760, après avoir professé à l'Ecole d'Alfort, est envoyé à la Guadeloupe en 1790 ; il y invente un nouveau procédé de préparation de la canne à sucre, un procédé d'utilisation de la fibre du bananier pour la fabrication de pailles et de tissus ; il observe avec soin la seule éruption connue du volcan de l'île, en 1798.

Terminons cette série de portraits par celui de A. *Moreau de Jonnès*, artilleur, géologue, économiste et statisticien. Né à Rennes en 1778, après avoir erré et combattu dans les mers d'Amérique de 1795 à 1809, il est fait prisonnier par les Anglais en 1809, rentre en France en 1814 pour servir dans l'armée de la Loire et aboutir enfin dans les bureaux de ministères, dont il ne sortira plus. Il a raconté avec beaucoup de verve ses expéditions militaires et coloniales dans ses *Aventures de guerre au temps de la République et du Consulat* (2 vol., 1859). Il a publié de nombreux ouvrages de statistique, d'hygiène, d'art militaire, et surtout une *Histoire physique des Antilles françaises* (un seul volume paru, en 1822) où il a condensé ses observations personnelles et toutes les acquisitions de la science de son temps sur le sujet. De lui aussi des *Recherches sur l'esclavage colonial et des moyens de le supprimer* (1842) livre rempli d'idées justes et ingénieuses.

***

En achevant l'exposé de ce mouvement de recherches et d'observations directes, faites sur le terrain et fécondes en résultats, qui se poursuivit à travers tout le XVIII^e^ siècle, M. A. Lacroix s'étonne, à juste titre, qu'il se soit tellement ralenti au XIX^e^. Il indique les causes de cet abandon déplorable. Il signale l'urgence d'y remédier au plus tôt, avant que soient disparues complètement les richesses de tout ordre que recèlent encore nos

colonies pour le naturaliste, mais que les progrès de ce qu'on appelle la civilisation ne cessent de dissiper. Encore faut-il que de telles explorations soient faites de façon intelligente et méthodique, avec l'appui des corps savants, des administrations et de l'opinion publique. « Il ne saurait évidemment être question d'entraver la mise en valeur de ces pays neufs, mais il est nécessaire de conserver quelques témoins de leur constitution originelle. Pour cela, des Pares nationaux ont été créés un peu partout. Nous arrivons les derniers... L'œuvre est en marche, à Madagascar notamment », mais il importe de l'encourager, de l'activer, d'en faire comprendre l'intérêt primordial, de la faire respecter aussi...

La *Revue Scientifique* se devait de faire écho à cet appel émouvant, qu'entendront tous ceux que préoccupe l'avenir de la science, étroitement lié à celui de notre empire colonial.

LE CAFÉ

par Emile BAILLAUD
Secrétaire général de l'Institut Colonial de Marseille

L'examen de la situation du marché international des principales matières premières démontre que les mesures qui ont pour but de soustraire la production métropolitaine et coloniale aux effets de la crise actuelle ne peuvent donner que des effets purement passagers. Nous n'y trouvons, le plus souvent, que des menaces d'aggravation du mal que l'on veut guérir.

Le café nous fournit un exemple particulièrement intéressant.

Les efforts faits par le Brésil depuis près de 30 ans pour stabiliser les prix de sa production, avec une persévérance que l'on ne peut qu'admirer, correspondent à ceux qui sont faits chez nous pour maintenir notre production à l'écart des conditions mondiales. Nous croyons utile de résumer rapidement les dispositions si complexes qu'il a prises et de voir comment elles s'accordent avec le développement de la culture du café dans les autres pays. Les doctrines libérales trouveront une nouvelle confirmation.

M. Léon Regray, négociant au Havre, qui a étudié de très près, en Amérique du Sud, le problème du café, vient justement de nous fournir les éléments les plus sûrs pour procéder à cet examen et nous ne saurions trop recommander la lecture du remarquable ouvrage qu'il vient de publier sur ce sujet à tous ceux qui se consacrent au commerce de ce produit (1).

Les statistiques du café sont des plus difficiles à établir du fait des stocks et nous devons commencer à nous en tenir à l'examen par pays en adoptant l'unité usuelle qui est le sac de 60 kgr.

Pendant une période de près de 35 ans, de 1880 à 1915, la production annuelle du monde en dehors du Brésil a été en moyenne de 4.000.000 à 4.500.000 sacs de 60 kgr.; pendant ce temps la production du Brésil est passée de 5.500.000 à 13.000.000 environ.

Devant la difficulté d'écouler toute cette récolte, le Gouvernement brésilien commença à intervenir, en 1902, par l'interdiction de planter pendant plusieurs années de nouveaux cafés. En 1906, les stocks étant montés à 16 millions de sacs, l'Etat de Sao Paulo, pour soutenir les prix, procéda à un premier emprunt de 15 millions de liv., garanti par une surtaxe de 3 fr.; ce fut le commencement de la valorisation.

L'opération consista à retirer de la vente 8 millions de sacs de café qui furent entreposés en Europe et aux Etats-Unis. La baisse, commencée en 1906, se maintint jusqu'en 1909, mais, grâce à une succession de mauvaises récoltes, les prix remontèrent jusqu'en 1917 à des niveaux qui permirent la liquidation des emprunts contractés.

En 1917, malgré la hausse générale dûe à la guerre, les cours du café s'effondrèrent et l'Etat de Sao Paulo procéda à une seconde opération par laquelle il retira de la vente 3 millions de sacs. Les fortes gelées de 1918 facilitèrent les choses et le stock put être réalisé avec bénéfice.

L'apparition d'une nouvelle bonne récolte, en 1920-21, provoqua la série d'interventions nouvelles qui ont continué jusqu'à ce jour.

Le 19 juin 1922 fut inauguré le système de défense *permanente* de café au Brésil par la création d'un Comité de contrôle et de défense.

(1) Léon Regray. Bilan de Protection agricole, café 1933.. 1 vol., 146 p. Société d'Editions Géographiques, Maritimes et Coloniales, 184, bd St-Germain, Paris.

La valorisation précédente ayant été gênée considérablement par l'exportation à l'étranger de la majorité des stocks, ceux-ci seront désormais conservés au Brésil. Dans l'intérieur seront construits des magasins régulateurs permettant d'emmagasiner 3.500.000 sacs de café : les recettes seront régularisées à Santos et à Rio, sur la base de 35.000 sacs pour Santos et 8.000 sacs pour Rio, par jour ouvrable correspondant à la demande moyenne.

Les planteurs de Sao Paulo obtiennent du Gouvernement fédéral que leur Gouvernement soit chargé du fonctionnement de l'opération et, le 19 décembre 1924, l'Institut Pauliste de Défense du café est constitué à Sao Paulo.

La récolte de 1924-25 étant très déficitaire, les stocks en magasin à l'intérieur de Sao Paulo, passent de 4.592.000 sacs au 30 juin 1924, à 1.786.000 sacs au 30 juin 1925, puis remontent respectivement à 2.833.000 sacs au 30 juin 1926 et 3.312.000 sacs au 30 juin 1927.

Il est créé une taxe dite de transport d'un milreis-or par sac. Cette taxe sera perçue par les gares de chemins de fer. Son produit constituera les ressources dont l'Institut disposera pour les manipulations du marché.

Dès cette époque, fin 1924 à 1927, le principe de fonctionnement des prêts aux planteurs est celui d'avances sur la marchandise à 8 ou 9 o/o d'intérêt jusqu'à 75 o/o de la valeur nominale. Les quantités emmagasinées étant petites, le café retenu de l'année précédente s'écoule facilement. Cependant les difficultés financières continuent et, le 29 décembre 1925, un nouvel emprunt de 10.000.000 de livres est conclu à Londres auprès de Lazard Frères. Pour assurer le fonctionnement de ces opérations, l'ancienne Banque Hypothécaire et Agricole de Sao Paulo est transformé en Banque d'Etat, le 4 novembre 1926.

Mais, la récolte record de 1927-28, dépassant celle de 1906-1907, s'annonce et les Paulistes sentent la nécessité de renforcer leur institution. Les recettes de Santos sont modifiées d'après leurs fluctuations du cours de la marchandise à New-York.

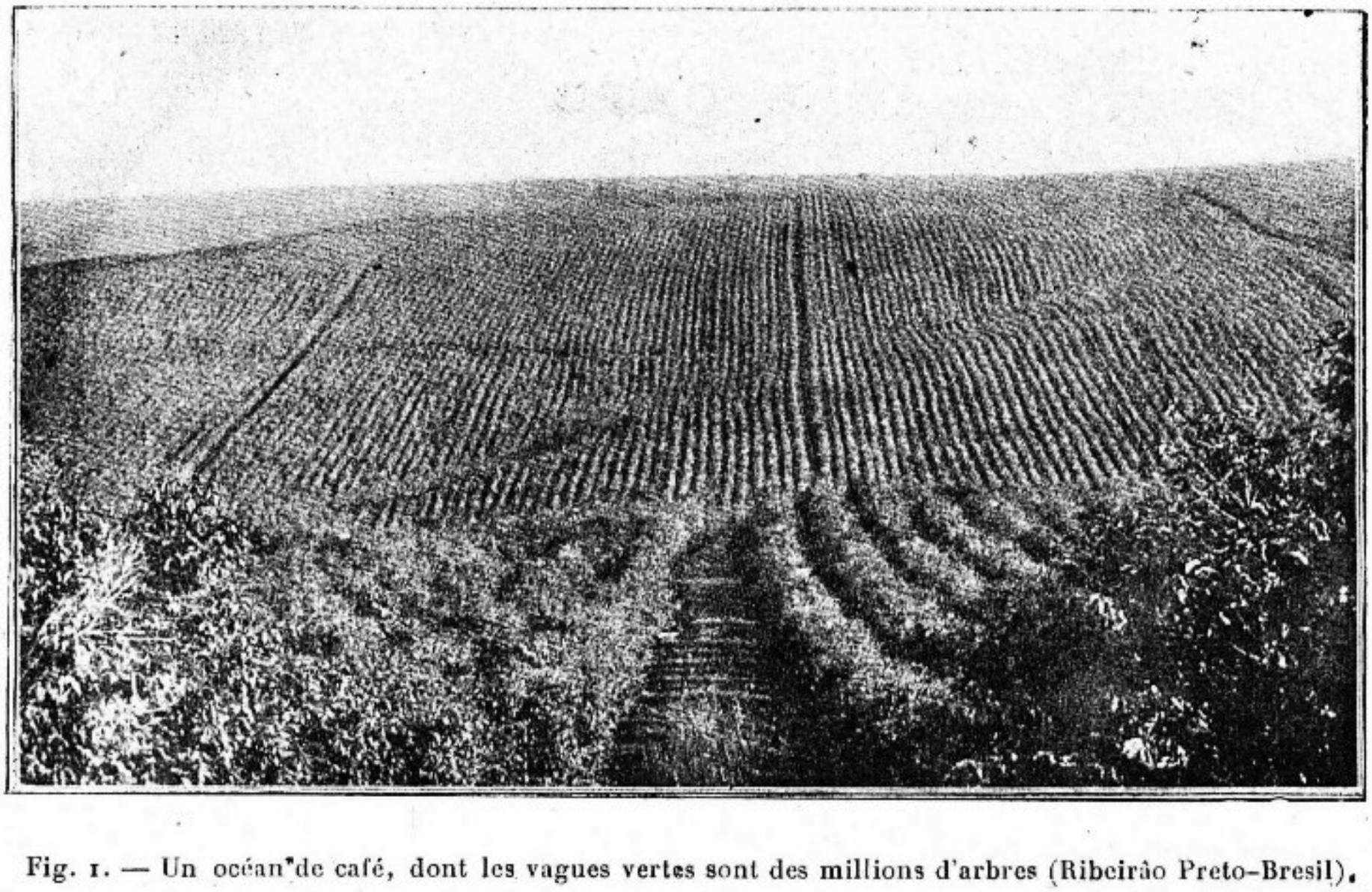


Fig. 1. — Un océan de café, dont les vagues vertes sont des millions d'arbres (Ribeirão Preto-Bresil).

Bien que les limitations dans les différents ports aient assez mal joué, le commerce ignorant, à cette époque, l'importance réelle de la récolte, a pris confiance dans l'Institut. Celui-ci fut cependant sur le point d'être débordé et la réalisation de son plan, dans la récolte de 1927, apparut difficile, tellement les quantités de café qu'il fallut retenir furent au-dessus des prévisions initiales. Cependant les circonstances furent favorables. Malgré une consommation mondiale accrue à 23.500.000 sacs, la production des divers pays étant de 8 millions, le Brésil n'expédia que 15.766.000 sacs, d'où un reliquat de 10.194.000 sacs à emmagasiner au lieu des 4 millions prévus.

L'énormité de la récolte avait rendu les opérations des planteurs plus longues que d'ordinaire ; au moment où le total réel de la récolte

fut connu en mai 1928, onze mois de consommation avaient été déjà assurés et le commerce étranger avait consommé les 3/5es de la récolte brésilienne en la finançant ainsi naturellement. Grâce à un change stable et à l'augmentation générale des prix mondiaux, les prix du café étaient passés de 24 milreis en décembre 1927, à 36 milreis à fin 1928. La situation des planteurs se trouva très satisfaisante et l'Institut fit facilement financer ses opérations par l'ouverture d'un crédit de 5.000.000 de livres par Lazard Frères à la Banque de Sao Paulo.

La récolte de 1928-29 fut faible et la campagne se termina dans une confiance générale vis-à-vis de l'Institut, les stocks étant réduits à Sao Paulo, à 8.785.000 sacs et à Rio, à 136.000 sacs, Les cours avaient simplement un peu fléchi, leur maximum ayant été atteint au 1er août 1928 avec 582 fr. 50 au Havre, contre 464 francs au 30 juin 1929.

Le stock dépassait cependant de beaucoup celui de 1927 où il n'avait été que de 3.300.000 à Sao Paulo et la récolte de 1929-1930 s'annonçait très forte. Les difficultés financières devaient commencer. L'énergique Président Washington Luiz, attaché à la stabilisation du change brésilien, se refuse à une émission de papier-monnaie. Un crédit à court terme de 2.000.000 de livres est obtenu en novembre chez Lazard Frères. Les cours tombent au Havre au 31 décembre 1929 à 245 francs. L'Etat de Sao Paulo réalise le 30 avril 1930 un emprunt de 20.000.000 de liv. à 7 o/o ayant comme garantie un total de 16.500.000 sacs de café. En garantie des intérêts une nouvelle taxe de 3 o/o par sac arrivé à Santos est établie. Cet emprunt permet d'achever le financement de la récolte 1929-30 par des prêts aux planteurs sur les bases précédentes, c'est-à-dire une livre sterling par sac.

Toute cette politique continue à être dominée par l'espoir d'une très faible récolte et même d'un désastre climatérique, comme la gelée en 1918. Mais, la récolte 1929-30 bat tous les records précédents; tandis que les débouchés en consommation ne sont environ que de 23.500.000 sacs, soit 1.410.000 tonnes, la production du Brésil, à elle seule, a atteint 30.786.000 sacs, celle du reste du monde étant de 8.273.000 sacs ; ce qui fait une production mondiale totale de 38 millions 459.000 sacs, soit 2.307.540 tonnes. Les stocks atteignent, au Brésil, 23.580.000 sacs. Quant à la récolte de 1930-31, il apparaît qu'elle sera supérieure aux 20.000.000 de sacs prévus et les dirigeants de l'Institut du café se décident à ne plus baser leurs opérations sur des probabilités trop optimistes, mais sur des chiffres normaux.

Un décret fédéral du 27 août 1930 interdit aux plantations d'expédier des déchets et des cafés bas.

Mais, la politique intervient. La présidence de la République Fédérale, par le Président de l'Etat de Sao Paulo, excite les jalousies des autres Etats. A la suite d'un mouvement révolutionnaire, le Président Washington Luiz est obligé, le 23 octobre 1930, de résigner ses fonctions, et c'est l'ancien Président de l'Etat de Rio Grande do Sul, G. Vargas, qui lui succède, avec des pouvoirs dictatoriaux qui vont s'étendre aux mesures relatives au café. Le Bureau de l'Institut est modifié, et le conseil directeur est composé du Ministre des Finances, d'un représentant des planteurs et d'un représentant de la place de Santos.

Un décret du 11 février 1931 déclare « qu'il n'est pas possible de revenir à un régime normal sans alléger les marchés consommateurs de la pression des stocks et sans prévenir et neutraliser les excès éventuels de production ». Il décide l'acquisition, par le Gouvernement fédéral, de tout le stock au 30 juin 1931 au prix d'achat de 60 milreis par sac, base type 5, rien n'étant acheté au-dessous du type 8. Un impôt d'un milreis annuel par pied est institué sur les nouvelles plantations de café pendant 5 ans, ainsi qu'un impôt en nature sur les expéditions à partir du 1er juillet 1931. Cet impôt sera de 20 o/o pour les récoltes 1931-32, pourcentage qui sera augmenté ou réduit suivant les nécessités de la consommation.

Enfin, la mesure qui a produit une sensation universelle est prise : il est décidé que tous les cafés bas seront détruits. Une taxe à l'exportation, d'une demi-livre sterling par sac, est établie en plus des taxes existantes. Elle a pour but de pourvoir aux achats de café et à l'élimination des excédents de production. 100.000 sacs de café sont mis à la disposition de l'Institut pour conquérir de nouveaux marchés étrangers. Il est décidé que les récoltes entreront librement désormais dans les ports à la seule condition que les entrées mensuelles n'excéderont pas 1/24e du montant totalisé de la récolte en cours et de la suivante, l'estimation de récolte ayant lieu trois fois par an.

Ces mesures sont renforcées par des décrets du 24 juillet et du 30 novembre 1931. Le Conseil National du café devient autonome et reçoit tout pouvoir pour le transport, le commerce et les achats de café. Il est autorisé à vendre les stocks le prix qu'il voudra et à défendre les cours comme il l'entendra.

Il est décidé qu'il sera procédé à « l'élimination » dans le délai d'un an de 12.000.000 de sacs de café à raison de 1.000.000 de sacs par mois.

Le 11 avril 1932, le Conseil a établi la réglementation annuelle des expéditions qui devront

se poursuivre jusqu'au 31 mars 1933. La récolte a été divisée en 16 séries égales en quantité ; l'Institut déterminant chaque quinzaine la série qui sera expédiée ; les cafés lavés et fins supérieurs au type 2 sont exempts de restriction. Les opérations de change autres que celles nécessitées par des exportations de café sont suspendues.

Le Conseil National du Café du Brésil a été remplacé, le 10 février, par un nouvel organisme, le « Départemento Nacional di Café », assisté d'un Conseil facultatif composé d'un représentant des Associations de Planteurs de chaque

Fig. 2. — Sarclage autour des caféiers.

Etat et d'un représentant du commerce de Rio, de Santos et de Victoria. L'impression est que cela ne suppose pas un changement radical dans la politique du café. La taxe de 15 schillings ne sera, dans aucun cas, incorporée dans les Finances de l'Etat, ni prolongée au-delà des quatre années prévues ; elle ne sera pas donnée en garantie à de nouveaux emprunts et sera réduite sitôt que les stocks auront été éliminés du marché. Les relations du nouveau Département avec les planteurs auront lieu sous la forme syndicale.

Après un mois de délibération secrète, le Département a fait connaître ses projets pour prendre en main le surplus des deux dernières récoltes, destinées à rester invendues au 30 juin. Les lots de la série XI et XII de la récolte 1931-1932, à l'exclusion de ceux en dessous du type 8, seront acquis au prix de 53 milreis par sac et ceux qui resteront des dernières séries, c'est-à-dire de la récolte 1932-33 seront pris au taux de 47 milreis, sac compris, taxe payée, ce qui laisserait pour le planteur 40,5 milreis. Les prix demandés par les cultivateurs sont tombés de 35 à 45 milreis en février, de 30 à 40 milreis en mars et il n'y avait pas preneur à ce prix.

Toute cette organisation ne fonctionne, du reste, qu'avec des modifications continuelles. C'est ainsi que le 17 avril dernier le Département National du Café a décidé qu'une prime de 10 o/o en espèces serait accordée à tous les exportateurs pour les cafés expédiés à l'Etranger.

Nous n'entrerons pas dans le détail du mécanisme de cette nouvelle décision et des conséquences au point de vue commercial. Nous retiendrons simplement de tout ceci que le commerce ne peut fonctionner dans des conditions aussi changeantes, que parce que l'Etat prend à sa charge les stocks, et finance grâce à des emprunts étrangers les opérations. On est cependant en plein artificiel malgré toutes les mesures prises pour limiter la production, on estime que la prochaine récolte dépasserait 20 millions de sacs, c'est-à-dire presque la consommation mondiale d'une année et le Département du Commerce se trouve devant le problème de disposer de 9 millions de sacs avant cette récolte et pour brûler cette quantité il sera nécessaire de tripler le rythme de la destruction actuelle. Pendant ce temps le découvert de la Banque du Brésil dépassait, d'après les maisons de Santos, au 22 mars, près d'un million de contos, soit 76 millions de dollars-or !

Il ne faut pas oublier que toute cette inter-

vention n'a eu d'autre but que d'empêcher la baisse. Le 30 mai dernier le terme Santos a été coté au Havre 142 fr., alors qu'il était de 558 fr. le 30 juin 1928 et le Brésil a la charge de tous les emprunts de la « Défense du café ».

Il nous reste à considérer les autres parties du monde avant de voir s'il est possible de tirer de tout ceci quelque conclusion.

* * *

Lorsqu'il s'agit de culture arbustive, il ne faut pas perdre de vue que la production évolue d'une manière très différente du cas des cultures annuelles. Celles-ci, en admettant que les populations qui les produisent peuvent se livrer à d'autres cultures, subissent directement l'influence des prix. Il n'en est pas de même pour les plantations d'arbres qui exigent de gros capitaux pour se constituer, ou tout au moins un long travail, et qui, en principe, se développent en période de hausse, alors que ce n'est que beaucoup plus tard qu'elles commenceront à rapporter. Leur appoint s'ajoutera à la production mondiale souvent au moment même où celle-ci sera trop abondante.

Le café n'a pas échappé à cette loi. Cependant, son effet n'a pas été aussi sensible que pour d'autres arbres comme le cacao, le caoutchouc, le cocotier, le palmier à huile, dont les développements récents ont été concentrés dans quelques régions seulement. La culture du café est très ancienne et pratiquée dans tous les pays chauds. Une certaine compensation s'est donc effectuée, mais il est incontestable que les efforts faits au Brésil pour soutenir les prix dans la période contemporaine se sont faits sentir partout.

La baisse récente n'a eu aucun effet sur les perspectives de production et les auteurs les plus compétents estiment que lorsque les arbres plantés pendant la période de hausse qui a précédé 1929 entreront en production, c'est-à-dire très prochainement, les pays autres que le Brésil qui donnent actuellement à peu près 8.000.000 de sacs de 60 kgr. en fourniront près de 12.000.000.

La production du Brésil, qui joue le principal rôle, est très difficile à analyser, en raison des interventions que nous avons essayé de résumer et les statistiques de l'exportation par les différents ports ne permettent pas de se rendre compte des modifications de la production des divers Etats. Nous ne pouvons analyser ici, dans le détail, cette situation dont on trouvera un exposé précis dans le dernier ouvrage de M. Regray. Si l'on s'en tient aux statistiques, on constate que les sorties par Victoria, qui est le port d'Espirito Santo, sont passées de 350.000 sacs en 1893, à 1.818.000 sacs en 1930-31, tandis qu'en 1931-32 il en était exporté 1.431.000 et détruit 309.000. Pour l'Etat de Rio, M. Regray estime que les fluctuations de la production ont été marquées par les chiffres suivants : 1927-28, 4.973.000 sacs ; 1928-29, 1.949.000 sacs ; 1929-30, 5.255.000 sacs ; 1930-31, 3.320.000 sacs.

Si l'on s'en tient à Santos seul, on se trouve, depuis 1900, devant une production annuelle de 6 à 8.000.000 de sacs, atteignant 15.392.000 tonnes en 1906-07, 14.787.000 tonnes en 1923-24, 18.681.000 tonnes en 1927-28, et 22.146.000 en 1929-30 avec des alternatives aussi basses que 4.000.000 de sacs en 1919-20 et 6.000.000 en 1928-29.

Si l'on essaye de se référer au nombre des caféiers en production, on constate que, par exemple, dans l'Etat de Sao Paolo, ce nombre va en augmentant de manière constante, passant de 700.000.000 de pieds en 1906 à 800.000.000 en 1916, à 900.000.000 en 1923, à 1.000.000.000 en 1926 et 1.335.000.000 en 1932.

Cette progression de l'Etat de Sao Paolo peut s'appliquer au reste du Brésil, où l'on estime qu'il y aurait 2,5 milliards de pieds plantés sur un total de 4 milliards dans le monde.

Finalement, d'après les calculs de M. Regray, la récolte moyenne correspondant au nombre de pieds en production aurait donné, en 1926, 30.017.000 sacs de 60 kgr., soit 1.801.020 tonnes et celle de 1932-33 atteindrait 38.639.000 sacs, soit 2.318.340 tonnes.

L'Annuaire de l'Institut International d'Agriculture estime, de son côté, la production des dernières récoltes de la manière suivante :

Moyenne 1909-10 et 1913-14	1.230.000	tonnes
1927-28	2.270.000	—
1928-29	1.390.000	—
1929-30	2.520.000	—
1930-31	1.540.000	—

L'Amérique Centrale et l'Amérique du Sud fournissent 6.650.000 sacs sur lesquels la Colombie, à elle seule, représente trois millions.

Le développement de la culture dans ce dernier pays est remarquable, soutenu par des prix obtenus grâce à l'excellente qualité. Le Salvador est également en progression constante depuis la guerre et atteint 800.000 sacs, c'est-à-dire presque autant que le Vénézuéla, dont la production est cependant stationnaire depuis 1885.

Dans les Antilles, Haïti est seule importante, représentant 550.000 sacs.

En Afrique, les territoires anglais de l'Afrique Orientale donnent une production de plus en plus considérable qui atteint 500.000 sacs, alors qu'elle n'était que de 70.000 en 1920.

La progression est également intéressante dans l'Angola Portugais où la production est

passée de 75.000 sacs, en 1913, à 175.000 en 1930. Enfin, l'Abyssinie, dont l'exportation passe par notre port de Djibouti, développe également rapidement sa production depuis la guerre et a atteint 225.000 sacs.

Les Indes Anglaises et Néerlandaises, étant donné leur puissance de production, sont, d'autre part, susceptibles de jouer un rôle important.

Pour le moment, la culture du café aux Indes Anglaises peut être cependant considérée comme en diminution, puisque son exportation avait atteint 300.000 sacs en 1870 et que, depuis 1913, elle oscille entre 150.000 et 175.000 sacs.

Les Indes Néerlandaises ont été autrefois, après le Brésil, le principal pays producteur de café, mais la destruction des plantations d'Arabica par l'Hémileia, a fait tomber l'exportation qui était d'environ 1 million de sacs de 1840 à 1880, à 250.000 sacs en 1909. Avec leur énergie habituelle, les Hollandais ont entrepris la lutte tout d'abord en remplaçant l'Arabica par une variété plus résistante à l'insecte, le Robusta, et en s'attaquant ensuite à l'insecte lui-même en même temps qu'en perfectionnant la culture. L'exportation, en 1928, avait atteint 2 millions de sacs, exactement 114.531.000 tonnes. Devant l'effondrement des prix du caoutchouc, la culture du café retient toute l'attention et d'après l'Annuaire de 1931 du Département Van Landbouw, la superficie plantée en café est passée de 214.335 hectares en 1927 à 245.674 en 1932 sur lesquels 102.482 seulement sont en production.

Les colonies françaises ne représentent guère que 15.000 tonnes, quantité dans laquelle Madagascar entre pour 12.000 tonnes.

M. Léon Regray a essayé d'évaluer l'augmentation de production à laquelle il fallait s'attendre dans un temps très court et il est arrivé à la conclusion que l'on devait envisager comme disponible pour la consommation une quantité de 27 millions de sacs pour le Brésil et de 9,5 à 10 millions de sacs pour les autres pays, soit plus de 36 millions de sacs, alors qu'en janvier 1931, l'on pouvait évaluer la production moyenne à 31.000 sacs.

Pendant ce temps, principalement, pensons-nous, par suite des impôts qui pèsent sur elle dans presque tous les pays, la consommation, au lieu d'augmenter, va en diminuant et ne dépasse pas 24 millions de sacs.

Il y aurait donc un excédent de production d'environ 12 millions de sacs.

Comme c'est le Brésil qui prend à son compte cet excédent, on voit la charge que cela représente pour ce pays.

On peut se trouver, il est vrai, devant une gelée qui réduirait considérablement la production brésilienne, mais ce désastre (il nous est difficile d'appeler un événement de ce genre par un autre mot, bien que le monde agricole actuel réserve ce mot aux bonnes récoltes), ne compenserait pas l'excédent. Par contre, on peut tout aussi bien avoir une récolte exceptionnelle.

Ce qui est donc le plus probable, c'est que pour une consommation totale d'environ 24 millions on se trouvera devant un excédent moyen d'environ 12 millions de sacs.

Devant cette constatation l'on est amené à se demander quels seront les pays qui supporteront cet excédent. On se trouve devant trois hypothèses : chaque région productrice verra se constituer des stocks à son détriment ; celles qui produiront les meilleures qualités ou le meilleur marché y échapperont, enfin, celles qui disposent d'un marché privilégié pourront y écouler toute leur production.

Fig. 3. — Deux millions et demi de dollars en feu de joie. Destruction d'un stock de café à São Paulo.

Pour le moment, la question semble résolue par la politique suivie par le Brésil qui a assumé la charge de cet excédent annuel, mais c'est la condamnation même de cette politique. Elle n'aurait d'autres résultats que d'encourager le développement de la production du reste du monde à son détriment.

La lutte doit donc fatalement et probablement d'ici peu s'engager de nouveau sur le terrain

de la qualité et du prix de revient et sur celui des marchés privilégiés.

La politique poursuivie par le Brésil ne paraît pas l'avoir mis en très bonne posture sur le terrain des prix, car le développement de la production dans le reste du monde qu'elle a favorisé, lui a fait perdre le monopole dont il jouissait.

Le commerce et la consommation se sont habitués à des mélanges pour lesquels, à qualité correspondante, ce seront toujours les cafés le meilleur marché qui seront employés.

Les pays producteurs de café, comme le Brésil, devront donc en arriver à la lutte des prix de revient et de la qualité, à moins qu'ils s'abritent derrière les protections artificielles.

C'est cette dernière politique que pratique la France par le régime de prime qu'elle accorde actuellement à ses planteurs. C'est celui vers lequel tend l'Angleterre.

L'on ne peut s'empêcher de constater qu'il conduit à ce résultat que nos planteurs déclarent ne pouvoir se passer de cette protection, tandis que les planteurs du Congo Belge et des Indes Néerlandaises s'accommode parfaitement des marchés internationaux.

Il n'est pas difficile de voir que ces combinaisons ne peuvent fonctionner que pendant le temps où les productions coloniales sont très inférieures aux besoins de la consommation métropolitaine.

Le jour où celle-ci devrait surpayer tout ce qu'elle trouverait dans ses colonies, elle succomberait certainement sous cette charge.

Il est vrai qu'à son tour, la production coloniale demandera à ne pas surpayer les marchandises métropolitaines qu'on lui impose.

Et l'on voit que l'on en arrive toujours ainsi à la nécessité de cette politique libérale qui s'impose à tout pays doté d'un empire colonial.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Février 1933).

Théorie des fonctions. 1 et 2. M. *E. Kogbetliantz* cherche à déterminer le saut $f(x_0+0)-f(x_0-0)$ d'une fonction dont on connaît les développements formels en séries de polynomes d'Hermite ou de Laguerre. Le procédé de sommation de Poisson se prête mal au calcul numérique; par contre la méthode des moyennes numériques conduit à des résultats simples.

Dans le cas des séries de Laguerre, il peut y avoir intérêt à employer la méthode de sommation (E, k) d'Euler.

L'Auteur étudie à ce propos le phénomène de Gibbs, et il montre que dans la sommation (C, δ) le segment de Gibbs ne disparaît jamais, si grand que soit δ, quoiqu'il diminue rapidement quand δ croît.

Analyse. 1. M. *Alfred Rosenblatt* énonce divers résultats relatifs aux théorèmes de M. Picard dans la théorie des équations aux dérivées partielles, non linéaires, du type elliptique.

2. Disons qu'une fonction est représentable par une série de Fourier (absolument convergente) en un point a (ou à sa droite, ou à sa gauche) si elle l'est dans un petit intervalle comprenant ce point (ou situé à sa droite ou à sa gauche). S'appuyant alors sur des théorèmes de N. Wiener, M. *Paul Lévy* démontre notamment que, si $f(x)$ est représentable au sens sus-indiqué, il en est de même de $\varphi[f(x)]$ pourvu que $\varphi(y)$ soit holomorphe au point $f(a)$; de plus, si $f(x)$ est représentable par une série $\Sigma\ a_n e^{nix}$, elle l'est aussi, quel que soit λ réel et différent de 0 par une série absolument convergente de la forme $\Sigma\ a_n e^{n\lambda ix}$.

3. Antérieurement, M. *N. Aronszajn* avait montré que si $F=F_1+F_2$ est une décomposition quelconque de l'ensemble F des singularités d'une fonction holomorphe uniforme en deux ensembles partiels fermés, on peut écrire $f(z)=f_1(z)+f_2(z)$ f_1 et f_2 admettant respectivement F_1 et F_2 comme ensembles de points singuliers. Or, comme le montre l'Auteur, ce théorème comporte des applications à la décomposition des fonctions uniformes en séries ou produits infinis. Les résultats obtenus généralisent des théorèmes de Mittag-Leffler, de Weierstrass et de M. E. Picard.

4. Dans la direction des résultats classiques de M. Picard, M. *Alfred Rosenblatt* donne un théorème d'unicité pour les solutions de l'équation $y''=f(x, y, y')$ qui s'annulent pour $x=o$ et $x=b$. Il introduit pour la fonction f une condition de Lipschitz en y et y' à coefficients fonctions de x (et infinis pour $x=o$ et $x=b$).

5. Dans les problèmes relatifs aux équations aux dérivées partielles du second ordre et du type elliptique, on est amené à remplacer les conditions classiques de Hölder imposées aux données par des inégalités telles que

$$|\Psi(X)-\Psi(Y)|<Mf[L(X, Y)],$$

où L est la distance et f une fonction positive croissante telle que $f(t)\ t^{-m}$ soit décroissante (m, entier positif) et que

$$\int_0^t \frac{f_*(t)}{t}dt$$

soit convergente; les équations intégrales correspondantes appartiennent alors à une catégorie très générale pour laquelle, comme le montre M. *Georges Giraud*, les trois théorèmes fondamentaux sont valables.

6. M. *A. Marchaud* énonce sous une forme vectorielle des critères d'unicité et de multiplicité pour les intégrales d'un système différentiel du premier ordre; ces critères généralisent des résultats formulés antérieurement par l'Auteur et par M. Tamarkine.

7. M. *Eugène Blanc* démontre les résultats suivants. S'il n'y a aucun sommet (au sens de M. Denjoy) sur un arc simple de Jordan $M_1 M_2$, on peut y trouver au moins un point en lequel le contingent renferme les deux directions opposées parallèles à $M_1 M_2$; en tout point M, qui n'est ni sommet, ni limite de sommets, le paratingent est confondu avec l'accumulatif des contingents en M. Enfin, sur un arc simple le contingent possède la semi-continuité inférieure d'inclusion en tout point qui n'est pas limite de sommets.

Géométrie. 1. Soit V_3 une variété riemannienne admettant un groupe continu de mouvements rigides à un paramètre.

M. *W. Slebodzinski* définit dans V_3 un complexe de géodésiques et il étend à ce complexe les théorèmes classiques de P. Appell et de S. Lie sur les complexes linéaires.

2. Les propriétés des espaces de Finsler et la métrique angulaire de Landsberg étudiées récemment par M. St. Golab et par M. Cartan conduisent MM. *Paul Delens* et *Jacques Devisme* à étudier sous ce rapport certaines formes différentielles, telles que $dx^3 + dy^3 + dz^3 - 3\,dx\,dy\,dz$; et les résultats obtenus peuvent faire l'objet d'une théorie générale, qui introduit notamment des équations aux dérivées partielles prolongeant celles de M. N. Botéa.

3. La géométrie de Finsler (ou géométrie des espaces à $ds = L(x^1, \ldots, x^n, dx^1, \ldots, dx^n)$; L forme homogène de degré 1 par rapport aux dx_i) contient un grand nombre de généralisations de la géométrie euclidienne; mais jusqu'ici la notion de transport parallèle s'y laissait mal généraliser. M. *Elie Cartan* montre comment on doit procéder en vue d'une telle extension. On cherchera à associer intrinsèquement à ce *ds* un espace à connexion euclidienne dont les propriétés géométriques contiendront en elles-mêmes tous les invariants de L relatifs au groupe des transformations ponctuelles. Ce n'est plus le point, mais l'élément linéaire (point et direction issue de ce point) qui constituera l'élément générateur de l'espace.

Mécanique des fluides. M. *Georges Durand* étudie la configuration alternée des files de tourbillons; on connaissait jusqu'ici une condition nécessaire de stabilité, mais sans pouvoir affirmer si elle était suffisante ou non. Or, comme le montre l'Auteur, il faut répondre par la négative : la stabilité n'est pas absolue. Elle n'est réalisée en pratique que grâce aux conditions dans lesquelles opèrent les physiciens qui, par exemple, ne déplacent qu'un petit nombre de tourbillons.

Hydrodynamique. Après avoir défini ce qu'il entend par solutions régulières ou semi-régulières des équations du mouvement d'un fluide visqueux, M. *J. Leray* montre que si l'intervalle maximum de régularité est infini, le mouvement ne peut pas devenir irrégulier; et il existe au moins une solution turbulente définie pour $t > 0$.

Mécanique quantique. Précédemment M. *Jean-Louis Destouches* avait indiqué des propriétés des fonctions d'ondes de l'espace (ψ) de Hilbert et de l'espace (n). En réalité, la voie la meilleure pour en déduire la superquantification est celle de l'espace (ψ); la mécanique ondulatoire (n) n'est correcte que grâce à la forme particulière de l'hamiltonien. Pour le montrer, l'Auteur a introduit des mécaniques ondulatoires dans lesquelles les fonctions d'onde sont nulles, sauf sur un ensemble dénombrable de points.

Electronique. Dans des travaux récents, on a cherché à analyser les lois du choc d'un neutron et d'un noyau en admettant une loi d'interaction spéciale et en utilisant la méthode de Born. M. *I. Solomon* indique les limites d'application des formules ainsi obtenues. Il semble qu'il ne soit possible que pour l'hydrogène d'appliquer la première approximation de Born dans un intervalle suffisamment grand de vitesses afin de contrôler la validité de la loi d'interaction.

Relativité. Toutes les solutions actuellement connues du problème de la relativité générale conduisent à des éléments linéaires du type binaire,

$$\varphi^2\,ds^2 + f^2\,d\sigma^2;$$

ds^2 est à p variables (dont dépend φ) et $d\sigma^2$, à q variables dont dépend f); et l'on a $f + p = 4$. Or, M. *J. Delsarte* vient de montrer que les solutions obtenues n'épuisent pas tous les cas possibles d'éléments du type précité : l'hypothèse $p = 2 = q$ fournit des solutions nouvelles nouvelles d'une grande généralité, et s'appliquant très bien à l'étude de la symétrie sphérique.

Statistique. M. *E.-J. Gumbel* indique la signification $\mu = a + b\,e^{\gamma x}$ des constantes a, γ de la formule de Gompertz-Drakeham pour l'intensité de la mortalité : γ est le double de la moyenne arithmétique et $1/a$, le double de la moyenne hormonique des intensités de mortalité aux âges caractéristiques où la densité passe par un minimum, puis par un maximum.

René Garnier.

Astronomie

Le déplacement apparent des étoiles autour du soleil éclipsé. — Einstein a introduit dans la théorie de la lumière cette notion nouvelle qu'un rayon lumineux se trouve dévié par son passage dans un champ de gravitation. Pour vérifier l'existence du phénomène, on observe les étoiles qui environnent le soleil pendant une éclipse totale : leur lumière se trouve déviée dans un sens tel qu'elles semblent s'écarter du soleil d'un petit angle proportionnel à leur distance au centre. Au bord même du soleil, la déviation atteint environ 2". Ce nombre, dont la valeur théorique a varié et n'est pas encore fixée de l'avis d'Einstein lui-même, constitue une constante naturelle dont la connaissance expérimentale est indispensable au progrès de la théorie.

Dans une étude récente, M. Danjon (1) a examiné d'un point de vue expérimental et technique quelle est la valeur assignée à cette constante par l'ensemble des observations recueillies depuis 1919.

La durée d'une éclipse totale qui ne dépasse pas quelques minutes est trop courte pour permettre des mesures micrométriques visuelles; aussi la recherche de l'effet Einstein s'effectue-t-elle par photographie, au moyen d'astrographes de grande distance focale qui fournissent des clichés à grande échelle. On prend, durant l'éclipse, une série de clichés du champ stellaire entourant le soleil; quelques mois après ou avant l'éclipse, on photographie la même région du ciel, visible alors pendant la nuit, ce qui fournit de nouveaux clichés. La comparaison des clichés pris pendant l'éclipse et avant ou après celle-ci permet d'évaluer le déplacement apparent des étoiles pendant l'éclipse; la com-

(1) M. Danjon. *Le journal de physique et le radium*, juillet 1932.

paraison revient à superposer les clichés, à comparer et à mesurer les différences des coordonnées relatives aux mêmes étoiles sur les deux clichés.

Pour chaque étoile le déplacement d, après avoir été l'objet d'une correction destinée à tenir compte d'une différence possible d'échelle, peut être considéré comme la résultante : 1°) du déplacement einsteinien qui varie en raison inverse de la distance au centre du soleil et est proportionnel à $\frac{1}{r}$ (r étant évalué en prenant le rayon du soleil comme mesure de longueur); 2° du déplacement causé par une différence éventuelle des échelles des deux clichés, proportionnelle à r. Pour chaque étoile le déplacement d est donc donné par l'équation :

$$d = \frac{\alpha}{r} + q\,r \quad (1)$$

α étant la constante d'Einstein c'est-à-dire le déplacement pour $r=1$, q la correction d'échelle pour la même distance.

Chaque étoile fournissant une équation telle que (1) en α et q, on a à résoudre un système d'équations linéaires en nombre surabondant. Les astronomes appliquent habituellement la méthode des moindres carrés à de semblables problèmes; mais on reproche souvent à cette méthode d'être aveugle et de donner aux observations les plus mauvaises un poids déterminant, au lieu de les éliminer. Aussi M.Danjon a-t-il utilisé pour cette comparaison une méthode plus intuitive permettant de représenter graphiquement les résultats sous la forme d'un diagramme. Il divise les 2 membres de l'équation (1) par r après avoir posé $\alpha = k$. 1''745, le coefficient k qu'il introduit ainsi devant avoir, d'après la théorie, une valeur voisine de l'unité. L'équation (1) devient alors :

$$\frac{d}{r} = k.\frac{1'',745}{r^2} + q. \quad (2)$$

En posant $X = \frac{1''745}{r^2}$ $Y = \frac{d}{r}$ l'équation (2) s'écrit $Y = k\,X + q$. Les données d'observation permettent de calculer X et Y pour chaque étoile. La représentation graphique de ces nouvelles quantités doit, si l'équation (1) est justifiée, fournir une droite dont la pente donne k et l'ordonnée à l'origine q. Si les premiers auteurs ont fait la correction d'échelle d'une manière incorrecte ou incomplète, la méthode de comparaison précédente permet de reviser leurs conclusions.

Cette méthode présente divers avantages. En joignant chaque point du diagramme aux points de coordonnées $X=0$ $Y=q$, on obtient une droite dont la pente donne la valeur de k correspondant à l'étoile considérée. La dispersion des valeurs individuelles peut ainsi s'apprécier d'un coup d'œil. Les valeurs nettement aberrantes apparaissent immédiatement, et leur élimination en est facilitée. Enfin, la représentation étant linéaire, on peut légitimement opérer sur les moyennes des X et des Y d'un certain nombre d'étoiles groupées; ce qui rend inutile le recours aux moindres carrés, méthode incomparablement plus laborieuse que celle des simples moyennes.

M. Danjon procède ensuite à la discussion de toutes les observations de l'effet Einstein qui ont été faites jusqu'ici. Ses observations ont conduit à des valeurs du déplacement einsteinien au bord solaire remarquablement concordantes :

Greenwich (1919	2''06
Lick (1922)	2''05
Potsdam (1929)	2''06

M. Danjon adopte la valeur moyenne 2''06. Cette valeur diffère assez sensiblement de celle déduite par Einstein de sa théorie, qui était de l'ordre de 1''75. Mais peut-être la théorie proposée par Einstein du phénomène qu'il a découvert n'est-elle pas définitive dans tous ses détails. Comme l'écrit M. Danjon : « Quant à l'accord numérique de la théorie avec les faits, il sera le fruit de ces patientes retouches dont nous trouvons des exemples dans l'histoire de toutes les grandes théories. De Newton à Clairaut, n'a-t-il pas fallu cinquante ans aux plus grands géomètres, pour reconnaître que le mouvement du périgée de la lune s'accordait parfaitement avec le principe de la gravitation ? La théorie devance parfois l'expérience, le plus souvent elle la suit ». A Bc.

Physique du Globe

Peut-on prévoir les tremblements de terre ? — Les deux pays les plus exposés aux tremblements de terre, le Japon et le Chili, s'occupent activement des possibilités de les prévoir.

Au Chili, M. Bustos Navarrete, directeur de l'Observatoire del Salto, à Santiago, poursuit l'étude des phénomènes sismiques et volcaniques et de leur relation avec les actions électromagnétiques, les troubles atmosphériques et les perturbations solaires.

A la suite de M. Albert Nodon (1). M. Bustos Navarrete a recherché, plus particulièrement, les relations existant entre les perturbations magnétiques et les mouvements sismiques. Un magnétographe à enregistrement photographique, soigneusement isolé des influences extérieures (variations de température et mouvements du sol) est installé à l'Observatoire del Salto. Grâce à l'extrême sensibilité de l'équipage mobile; les plus faibles variations magnétiques peuvent être décelées. Parallèlement sont enregistrés les moindres mouvements de l'écorce terrestre. La conclusion de ces recherches est, qu'environ vingt heures après le déclanchement du séisme, les courbes du magnétographe affectent une allure oscillatoire régulière d'une période de 7 secondes. La courbe se termine par une pointe élevée et très aiguë, correspondant au début de la catastrophe. Les meilleurs sismographes ne donnant des indications que quelques heures avant le séisme, on voit immédiatement la supériorité de l'étude des courbes du magnétographe, au point de vue prévision.

On peut déduire des graphiques, approximativement, l'importance et la proximité d'un séisme, mais il est nécessairement d'avoir plusieurs stations permettant, par recoupement, de trouver la position du futur épicentre. Actuellement, deux stations géophysiques sont installées, l'une à Santiago, l'autre à Talca, près du foyer volcanique Gran Cerro Azul; d'autres seront créés à Maule, Linarès, Conception.

Il sera alors possible d'alerter les populations de ces régions suffisamment à temps pour leur permettre de chercher un abri. Ch. F.

Chimie physique

La solubilité des colloïdes. — Dans un exposé récent, Hedges (1) a fourni des indications sur le problème toujours très discuté de la solubilité des colloïdes.

(1) La *Revue des Questions Scientifiques*, du 20 mars 1933.

(1) *Chemistry et Industry*, 15 juillet 1932.

La discrimination entre solution colloïdale et solution véritable repose essentiellement sur les dimensions des particules, bien qu'en pratique tous les degrés de dimensions de particules aient été reconnus. Aussi, pour commode qu'elle paraisse, la distinction arbitraire entre l'hétérogénéité des solutions colloïdales et l'homogénéité des solutions vraies, peut rester fallacieuse, tant que l'étalon d'homogénéité n'aura pas été fixé. Par exemple, pour un observateur de dimensions atomiques, une solution aqueuse de sel ordinaire serait hétérogène.

D'après l'étude du mouvement brownien, les particules en suspension dans un liquide se comportent à la manière des molécules d'un gaz, abstraction faite des dimensions. Les mêmes lois interviennent, et sur une membrane semi-perméable, la pression osmotique exercée est fonction de la température et du nombre de particules par unité de volume.

Si, dans l'eau, la solubilité d'un sel simple est indépendante de la quantité de sel présent, il n'en est plus de même pour la solubilité des colloïdes. D'après Wo Ostwald, la quantité d'un gel colloïdal dissoute ou peptisée par un milieu croît généralement avec la quantité de gel utilisé. Cette loi, dite loi de la phase solide, fait actuellement l'objet de contrôles expérimentaux.

Par exemple, dans ses études sur la peptisation du carbonate de calcium colloïdal, de la caséine, du rouge et du bleu Congo, ainsi que l'hydroxyde ferrique. Von Buzagh a bien observé que la quantité de matière, passant en solution colloïdale, accuse un maximum pour une quantité initiale donnée de colloïde ; en d'autres termes, la condition optimum pour la formation du sol se trouve alors réalisée.

La loi de la phase solide a été encore vérifiée dans divers cas par Von Buzagh ainsi que par d'autres expérimentateurs, et Ostwald en suggère une interprétation basée sur des considérations d'adsorption. La signification de la loi reste cependant obscure, et Hodges soupçonne que les processus ne seraient pas indépendants de la présence d'impuretés. Il termine en soulignant le rôle important que la loi de la phase solide est susceptible de jouer éventuellement dans un grand nombre de problèmes techniques.

S. V.

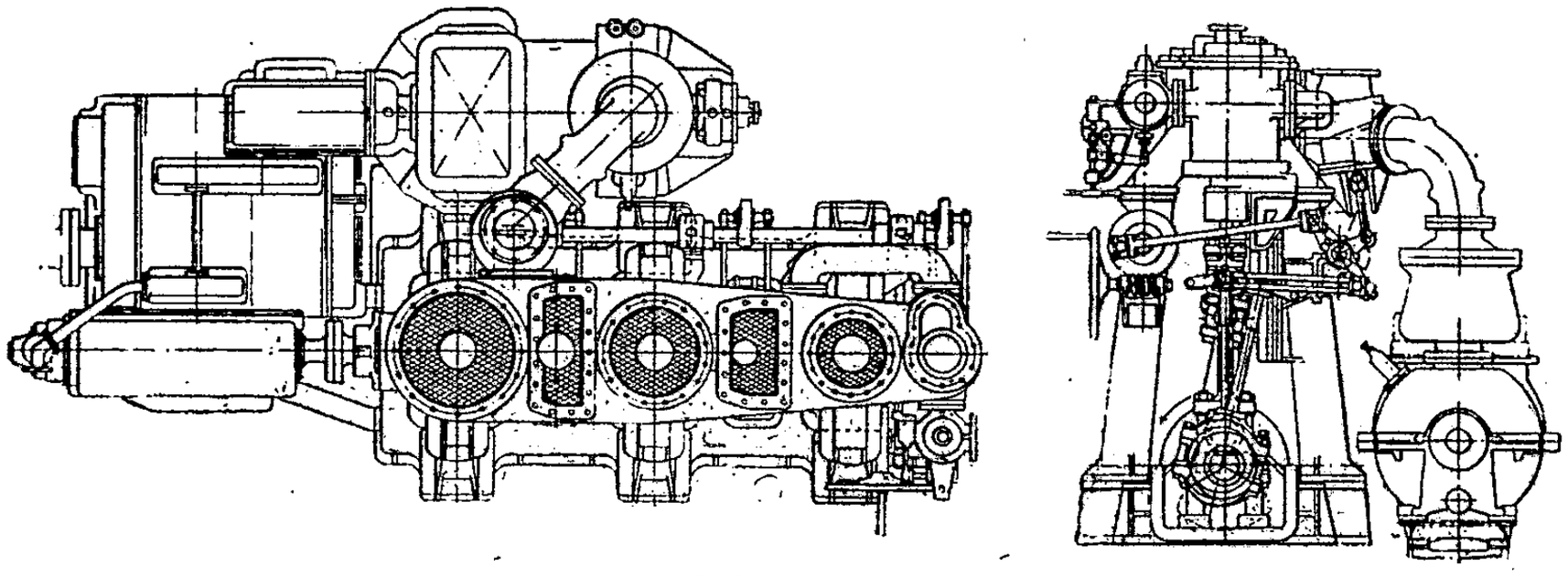
SCIENCES APPLIQUEES

Génie maritime

Les perfectionnements récents de la machine alternative marine. — La machine à vapeur alternative, dont le règne a duré pendant plus d'un demi-siècle sur toute la navigation maritime, avait subi, dès l'avant-guerre, la concurrence de la turbine, laquelle n'a fait dans la période récente que développer ses positions, ayant d'ailleurs trouvé elle-même un sérieux facteur de rivalité dans le développement si remarquable du moteur à combustion. Il ne faudrait pourtant pas conclure, de cette double série d'événements, à une décadence, qui résulterait de la substitution d'un instrument plus adéquat à des dispositifs de conception périmée. En réalité, ce qui résulte des progrès accomplis par la technique des appareils moteurs marins, c'est plutôt une spécialisation de chacun des trois types classiques, tendant à assurer une adaptation toujours plus exacte de la machine aux différentes natures des besoins suscités par le développement et la différenciation des services des transports maritimes.

Aujourd'hui, si la machine alternative ne convient plus à la réalisation des fortes puissances et si, par ailleurs, elle doit céder la place au Diesel dès que la considération du rayon d'action tend à devenir prépondérante, elle n'en continue pas moins à s'imposer dans bien des circonstances courantes, en particulier pour les cargos de faible et moyen tonnage, ainsi que pour les remorqueurs et encore les chalutiers.

De toute façon, la machine à vapeur présente l'avantage, très souvent décisif pour ces genres de navigation, d'utiliser soit le charbon, soit le mazout de chauffe, inférieur au gaz-oil des moteurs à combustion. Or, la différence des prix entre les diverses qualités de combustible liquide, peu accentuée en Europe en raison des frais de transport, arrive à atteindre aux Etats-Unis, la proportion du simple au double.



Machine White.

Je voudrais donner ici une idée sommaire, mais précise, des principes les plus généraux qui caractérisent la conception des machines à vapeur alternatives les plus perfectionnées, celles qui équipent les bâtiments récemment construits ou encore en cours de construction, cargos de différents types et chalutiers. Il existe un certain nombre de types de ces machines : dans une vue

d'ensemble, on peut les répartir entre deux grandes classes, en s'attachant au principe dominant de leur conception : d'une part, machines à double expansion accouplées et, de l'autre, machines à turbine d'échappement.

Dans le premier type d'appareils, on cherche à réaliser, selon le principe bien connu des machines Woolf, un avantage sur la machine ordinaire à triple expansion, en accouplant deux machines compound, selon un dispositif spécial. L'ensemble se compose donc de quatre cylindres placés longitudinalement, dont deux à haute pression et deux à basse pression, associant ainsi deux systèmes identiques à double détente. La distribution de vapeur est effectuée, soit par des soupapes à double portée, les soupapes d'admission et d'échappement étant séparées et installées aux extrémités du cylindre (machine *Lenz*), soit au moyen d'un tiroir cylindrique, avec échappement par des lumières à la partie centrale du cylindre (machine *Christiansen*).

D'autre part, grâce au calage des manivelles, placées à 90 degrés les unes des autres, les manivelles BP étant placées chacune à 180 degrés de la manivelle HP correspondante, il n'est pas nécessaire de disposer un réservoir de vapeur entre chaque paire de cylindres, la vapeur passant directement dans le cylindre BP à la sortie du cylindre HP. En même temps, soit par le fait que l'admission et l'échappement s'opèrent par des soupapes séparées, soit en raison de la conception même du système distributeur, l'écoulement de la vapeur se fait toujours dans la même direction (principe *uniflov*). On élimine de la sorte les pertes de chaleur qui se produisent pour les organes soumis à des alternances de froid et de chaud ; d'autre part, des avantages certains sont encore obtenus, tels que la réduction au minimum du laminage, une distribution améliorée, la réduction des espaces morts, un vide assez élevé, la réduction des pertes de chaleur par radiation (la surface de rayonnement des cylindres est environ la moitié de celle d'un cylindre de machine à triple expansion).

Ces machines peuvent utiliser ainsi, dans d'excellentes conditions, la vapeur surchauffée. L'encombrement, par rapport aux machines à triple expansion, est le même, et même légèrement moindre, dans le plan horizontal, la hauteur étant seulement un peu accrue en raison de la disposition des cylindres de type *uniflov*. Le rendement mécanique est amélioré dans la proportion de 3 à 4 o/o. On trouve des machines des types *Lenz* ou *Christiansen* sur un certain nombre de petits cargos et de chalutiers (puissance variant de 700 à 1 000 CV le plus ordinairement) construits en Allemagne et en Angleterre.

L'adjonction d'une turbine utilisant la vapeur d'échappement à sa sortie du cylindre BP d'une machine alternative a été réalisée d'abord par le système *Bauer-Wach*, dans lequel la turbine actionne par l'intermédiaire d'engrenages l'arbre d'hélice, commandé directement par la machine alternative. Dans d'autres conceptions, la turbine actionne une dynamo, dont le courant est employé à alimenter un moteur calé sur l'arbre d'hélice, ou encore à réaliser une surchauffe partielle de la vapeur. La figure donne le plan schématique d'un appareil nouveau, une machine White, dont l'originalité consiste en ce que la machine à triple expansion est à rotation rapide : elle tourne à 250 tours. La turbine Parsons tourne à 4 600 tours. L'arbre d'hélice est actionné à 102 tours, par l'intermédiaire d'un engrenage simple pour la machine à triple expansion et d'un engrenage double avec joint flexible pour la turbine. La machine utilise la vapeur à 15 kgs de pression et à la température de 305°. Cet appareil, qui a été expérimenté récemment, a développé 475 CV sur l'arbre ; son poids total est de 10 tonnes. Deux cargos anglais vont être équipés d'appareils de la même conception. La consommation de vapeur par cheval aux essais a été de 4 kgs, 26.

Les ateliers A.-G. Weser, de Brême, construisent un nouveau type de la même classe, avec lequel ils escomptent une consommation de 3 kgs, 5 à 4 seulement. La machine alternative sera ici du type compound, utilisant la vapeur à 16 kgs et 320°. La turbine doit développer environ le tiers de la puissance totale.

Telles sont les deux principales tendances qui orientent l'évolution présente de la machine alternative. On pourrait, cela va sans dire, relever d'autres conceptions ; mais celles qui viennent d'être mentionnées s'imposent à l'attention du fait de leur consécration pratique, corroborée par des essais concluants.

On retiendra surtout de ce rapide exposé, que la technique de la machine alternative n'est nullement en voie de régression. Si la mise au point des appareils à turbine ou à combustion a eu pour résultat de cantonner la machine alternative dans une catégorie d'emploi déterminé, les constructeurs font du moins l'effort nécessaire pour adapter les dispositifs aux conditions de cet emploi ; envisagés dans ce cadre réduit, mais encore fort important en lui-même, les appareils récents témoignent d'un degré de perfectionnement comparable à celui, beaucoup plus ostensible, qui se manifeste ailleurs.

Louis Basso.

Mines

Les Terres à Diatomées. — Récemment encore, on comprenait sous le nom de kieselguhr (littéralement en allemand : limon siliceux) toutes les farines siliceuses d'origine organique qu'on rencontrait à divers étages géologiques. On les croyait d'ailleurs toutes semblables et composées uniquement d'infusoires, petits animalcules microscopiques vivant en suspension dans les eaux.

On avait cependant classé les gisements en deux catégories, suivant le mode d'accumulation : les uns étaient dûs à la stratification, au fond de la mer ou des lacs, des dépouilles de ces petits êtres après leur mort ; les autres, à la propagation sur place d'êtres vivants sous forme d'une masse grouillante.

Le naturaliste allemand Shrenberg y avait consacré de nombreuses années, dès le milieu du siècle dernier. Dès 1850, il avait reconnu tant par l'expérience que par le calcul qu'un centimètre cube de ce kieselguhr renfermait 3 milliards d'individus réunis sans ciment visible.

La singularité de ces amas organiques permit à la fable d'y prendre des allures scientifiques. Ne lisons-nous pas dans le cours de géologie de Beudant (1) : « *Sous la ville « de Berlin, une couche de terrains est formée d'infu- « soires qui vivent et se propagent encore, entretenus « sans doute par les eaux de la Sprée qui se trouvent plus « élevées* ». On alla même jusqu'à prétendre qu'une partie de Paris se trouvait dans des conditions analogues, vu des marnes vivantes découvertes dans la construction de la fontaine du Château-d'Eau.

Plus tard, Stanislas Meunier écrivait dans son ouvrage « *Les causes actuelles en Géologie* (2) » : « *Les infusoires*

(1) Professé vers 1865 à l'Ecole des Mineurs de Saint-Etienne.

(2) Les causes actuelles en Géologie, Paris, 1879. Dunod, éditeur.

passée de 75.000 sacs, en 1913, à 175.000 en 1930. Enfin, l'Abyssinie, dont l'exportation passe par notre port de Djibouti, développe également rapidement sa production depuis la guerre et a atteint 225.000 sacs.

Les Indes Anglaises et Néerlandaises, étant donné leur puissance de production, sont, d'autre part, susceptibles de jouer un rôle important.

Pour le moment, la culture du café aux Indes Anglaises peut être cependant considérée comme en diminution, puisque son exportation avait atteint 300.000 sacs en 1870 et que, depuis 1913, elle oscille entre 150.000 et 175.000 sacs.

Les Indes Néerlandaises ont été autrefois, après le Brésil, le principal pays producteur de café, mais la destruction des plantations d'Arabica par l'Hemileia, a fait tomber l'exportation qui était d'environ 1 million de sacs de 1840 à 1880, à 250.000 sacs en 1909. Avec leur énergie habituelle, les Hollandais ont entrepris la lutte tout d'abord en remplaçant l'Arabica par une variété plus résistante à l'insecte, le Robusta, et en s'attaquant ensuite à l'insecte lui-même en même temps qu'en perfectionnant la culture. L'exportation, en 1928, avait atteint 2 millions de sacs, exactement 114.531.000 tonnes. Devant l'effondrement des prix du caoutchouc, la culture du café retient toute l'attention et d'après l'Annuaire de 1931 du Département Van Landbouw, la superficie plantée en café est passée de 214.335 hectares en 1927 à 245.674 en 1932 sur lesquels 102.482 seulement sont en production.

Les colonies françaises ne représentent guère que 15.000 tonnes, quantité dans laquelle Madagascar entre pour 12.000 tonnes.

M. Léon Regray a essayé d'évaluer l'augmentation de production à laquelle il fallait s'attendre dans un temps très court et il est arrivé à la conclusion que l'on devait envisager comme disponible pour la consommation une quantité de 27 millions de sacs pour le Brésil et de 9,5 à 10 millions de sacs pour les autres pays, soit plus de 36 millions de sacs, alors qu'en janvier 1931, l'on pouvait évaluer la production moyenne à 31.000 sacs.

Pendant ce temps, principalement, pensons-nous, par suite des impôts qui pèsent sur elle dans presque tous les pays, la consommation, au lieu d'augmenter, va en diminuant et ne dépasse pas 24 millions de sacs.

Il y aurait donc un excédent de production d'environ 12 millions de sacs.

Comme c'est le Brésil qui prend à son compte cet excédent, on voit la charge que cela représente pour ce pays.

On peut se trouver, il est vrai, devant une gelée qui réduirait considérablement la production brésilienne, mais ce désastre (il nous est difficile d'appeler un événement de ce genre par un autre mot, bien que le monde agricole actuel réserve ce mot aux bonnes récoltes), ne compenserait pas l'excédent. Par contre, on peut tout aussi bien avoir une récolte exceptionnelle.

Ce qui est donc le plus probable, c'est que pour une consommation totale d'environ 24 millions on se trouvera devant un excédent moyen d'environ 12 millions de sacs.

Devant cette constatation l'on est amené à se demander quels seront les pays qui supporteront cet excédent. On se trouve devant trois hypothèses : chaque région productrice verra se constituer des stocks à son détriment ; celles qui produiront les meilleures qualités ou le meilleur marché y échapperont, enfin, celles qui disposent d'un marché privilégié pourront y écouler toute leur production.

Fig. 3. — Deux millions et demi de dollars en feu de joie. Destruction d'un stock de café à São Paulo.

Pour le moment, la question semble résolue par la politique suivie par le Brésil qui a assumé la charge de cet excédent annuel, mais c'est la condamnation même de cette politique. Elle n'aurait d'autres résultats que d'encourager le développement de la production du reste du monde à son détriment.

La lutte doit donc fatalement et probablement d'ici peu s'engager de nouveau sur le terrain

pendant la sédimentation, il s'y est mélangé des particules minérales qui elles aussi étaient en suspension dans les eaux ; les plus fréquemment rencontrées sont l'argile, la chaux, l'oxyde de fer et les alcalis. On arrive même à avoir des vases où les diatomées ne sont plus que partie accessoire. En pratique, on ne comprend sous la dénomination de Kieselguhr ou Diatomites, que les terres pouvant être couramment utilisées, c'est-à-dire celles dont la composition va des chiffres théoriques cités plus haut à ceux fréquemment rencontrés ci-dessous :

Silice	75	à 85 o/o.
Chaux et magnésie	4	à 10 o/o.
Alumine	1	à 3 o/o.
Oxyde de fer	0,50	à 2 o/o.
Alcalis	0,50	à 1 o/o.
Eau et matières organiques	8	à 10 o/o.

Toutes les propriétés physiques spéciales varient avec cette composition et conséquemment les applications industrielles. On tend même — aujourd'hui à améliorer artificiellement certaines terres par élimination de l'oxyde de fer, des matières volatiles et de la chaux, pour se rapprocher, le plus possible, de la silice simplement hydratée.

Bien séchée à l'air, la Diatomite normale absorbe 2 fois 1/2 à 3 fois son poids d'eau ; on a calculé que la surface développée de ses pores était double de celle du charbon de bois, soit 16 mètres carrés par gramme.

Quant aux propriétés d'isolation, elles dépendent aussi de l'importance et de la disposition de ces pores qui forment autant de matelas d'air. Il serait donc erroné de croire que dans ces farines fossiles, la silice joue le principal rôle, quand en réalité, elle ne sert que d'ossature à une foule de cellules qui, elles, sont les points réellements importants. On arrive d'ailleurs à fabriquer industriellement des matières poreuses où la silice n'existe nullement.

Les premiers gisements de Kieselguhr utilisés furent ceux de Luneburger Heide dans le Hanovre. La ville de Celle peut être considérée comme le lieu de naissance des industries calorifuges. L'Allemagne en possède d'autres dépôts en Bohême et en Prusse ; on en connaît aussi en Italie, en Irlande et en Suède. Les Etats-Unis d'Amérique, à leur tour, annoncent des richesses formidables tant en Californie que sur la côte orientale. On pourrait en conclure que les Terres à Diatomées sont extrêmement abondantes, mais ce n'est qu'en partie exact, car, si on envisage celles aptes aux applications industrielles, elles restent encore jusqu'à maintenant, presque des raretés.

La France est assez mal partagée ne possédant que les remplissages restreints d'anciens lacs miocènes du Massif-Central : Murat, Riom-es-Montagnes, Privas ; mais l'Algérie y supplée largement avec ses riches amas de la région de St-Denis du Sig, près Oran, pour ne mentionner que ceux déjà mis en valeur.

On avait bien reconnu en Limagne des terres siliceuses légères à Randan et à Ceyssat ; on leur avait même donné les appellations de *Randanite* et *Ceyssatite*, trop hâtivement d'ailleurs, puisque leurs trop grandes impuretés n'a permis aucun usage de quelque ampleur. Il en est de même des terres des vallées de l'Indre et du Cher (Terres de Langeais), trop argileuses pour être dénommées Kieselguhr, mais qui cependant ont trouvé placé en céramique.

La production mondiale de Kieselguhr doit actuellement approcher 100.000 tonnes, dont certainement les deux tiers pour les Etats-Unis. La France extrait 3 000 à 4 000 tonnes par an et l'Algerie près de 15 000 ; l'excellente qualité des terres algériennes, leur parfaite homogénéité et certaines facilités d'exploitation leur permettent de s'exporter dans le monde entier.

Principales applications des Terres à Diatomées. — Les propriétés dont nous venons de parler et qui font de la Terre à Diatomées une matière blanche, siliceuse, légère, pulvérulente, isolante, poreuse, absorbante, inerte et neutre, engendrent une foule d'applications nettement différentes les unes des autres.

L'isolation thermique a été le premier emploi et aujoud'hui, malgré une foule de produits calorifuges, la Diatomite reste le premier de tous. Elle a abordé aussi les revêtements frigorifuges et ceux pour absorber le son. Sa porosité extrême en a fait jadis la base de la dynamite et en fait aujourd'hui des véhicules pour engrais artificiels et pour de nombreuses compositions chimiques. Une foule d'usages spéciaux sont basés sur cette porosité : matière épurante, emmagasinage de l'acétylène, emballage de produits liquides corrosifs ou de grande valeur, car les fuites peuvent se récupérer, etc.

C'est encore la porosité jointe à l'extrême légereté des particules très divisées des terres à diatomées qui en font un agent de filtration et de clarification des liquides ; les sucreries, savonneries, fabriques de colorants et, en général, de produits chimiques en font une grosse consommation. On peut dire qu'aujourd'hui plus de la moitié de l'extraction de ces terres va à la filtration et aux calorifuges.

Le reste se partage entre les produits abrasifs et à polir (certaines variétés ont même abordé les pâtes dentifrices) entre les charges pour de nombreuses fabrications : caoutchouc, gutta, peintures, etc., et entre les matériaux de construction. Ces dernières applications comportent d'une part, l'incorporation directe dans les ciments ou l'introduction dans les mortiers et, d'autre part, la fabrication de briques qui suivant le degré de cuisson peuvent être légères, isolantes, absorbantes ou réfractaires.

On le voit, les usages des Terres à Diatomées sont nombreux, aussi les compte-t-on parmi les minéraux non métallifères qui paraissent appelés à jouer, dans l'avenir, un rôle important.

V. Charrin.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 1er mai 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Drach.* — **Sur une classe de congruences de droites.**

CALCUL DES PROBABILITÉS — *E.-J. Gumbel* (transm. par M. E. Borel). — **Représentation des répartitions unimodales unilatéralement limitées.**

ALGÈBRE. — *P. Dubreil.* — **Sur quelques propriétés de la fonction caractéristique de Hilbert.**

GÉOMÉTRIE. — *P. Vincensini.* — **Sur les congruences statifiables.**

— *V. Lalan* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur les développantes affines des courbes minima.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *B. Gambier* (prés. par M. Drach). — **Sur une congruence de cercles osculateurs aux lignes de courbure $u =$ const. d'une surface S_1 et $v =$ const. d'une surface S_2.**

THÉORIE DES ESPACES DE RIEMANN. — *Delsarte* et *Racine* (prés. par M. H. Villat). — **Sur un ds^2 binaire particulier.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Ch. Fousianis* (prés. par M. E. Borel). — **Sur un théorème de M. E. Borel.**

HYDRODYNAMIQUE. — *G.-D. Mattioli* (prés. par M. H. Villat). — **Sur la théoris de la turbulence dans les canaux.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *F. Vasilesco* (prés. par M. H. Villat) — **Sur les mouvements à trois dimensions, avec sillage.**

ASTRONOMIE. — *H. Chrétien* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur un astrolabe impersonnel.**

Cet instrument dont les principes ont été exposés par l'auteur au Congrès national de 1931, puis au Congrès international de Cambridge, comprend deux éléments essentiels indépendants : l'astrolabe proprement dit et un diasporamètre, compensateur du déplacement zénital de l'astre. L'instrument est décrit dans cette Note.

MESURES ÉLECTRIQUES. — *A. Pérard* et *M. Romanowski* (prés. par M. P, Janet). — **Premières comparaisons des étalons nationaux de résistance électrique, exécutées au Bureau international des Poids et Mesures.**

La méthode utilisée pour les comparaisons a été celle du pont double de Thoman, l'équilibre entre les deux résistances du pont étant réalisé par des shunts. Les ohms à comparer se substituaient l'un à l'autre dans la même branche du pont, l'autre branche étant occupée par une résistance — tare.

ÉLECTRONIQUE. — *J. Winter* (prés. par M. de Broglie). — **Sur la diffusion des électrons par les atomes.**

PHYSIQUE. — *N. Stoyko* et *R. Jouaust* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur la vitesse apparente des ondes radioélectriques courtes.**

Les auteurs montrent qu'il faudra trouver pour la vitesse apparente de propagation des ondes longues une vitesse beaucoup plus faible que celle de la lumière et plus faible aussi que celle des ondes courtes.

IONISATION DES GAZ. — *Th.-V. Ionescu* et *I. Mihul* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la décharge à haute fréquence dans les gaz.**

SPECTROGRAPHIE DES RAYONS X. — *H. Hulubei* et *Y. Cauchois* (prés. par M. J. Perrin). — **Raies faibles dans les spectres K des éléments 45 Rh et 42 M_0.**

BIRÉFRINGENCE MAGNÉTIQUE. — *C. Haenny* (prés. par M. A. Cotton). — **Biréfringence magnétique des quelques sels de cérium en solution aqueuse et non aqueuse.**

Les birefringences magnétiques des solutions aqueuses de nitrate céreux et des solutions nitriques diffèrent l'une de l'autre de 28 %, car l'addition d'acide nitrique libre ajouté à la solution aqueuse produit un abaissement notable.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *Ch. Lapicque* (prés. par M. J. Perrin). — **Effet non additif de radiations différentes sur les piles à l'oxyde de cuivre.**

EFFET PHOTO-ÉLECTRIQUE. — *R. Deaglio* (prés. par M. A. Cotton). — **Effet photo-électrique dans les monocristaux de cuprite.**

Les résultats confirment l'hypothèse d'après laquelle l'effet photoélectrique trouvé par Dauber serait une conséquence de la propriété de la cuprite d'acquérir une conductivité électrolytique lorsqu'elle est éclairée.

PHOSPHORESCENCE. — *R. Coustal* (prés. par M. J. Perrin). — **Liaison entre les deux méthodes générales de préparation du sulfure de zinc phosphorescent.**

La préparation du sulfure de zinc phosphorescent a été réalisée par M. Coustal par fusion de sulfure de zinc sous une pression de 160 kg d'azote à une température de 2000° environ. Il a obtenu ainsi le sulfure phosphorescent avec un optimum de concentration en phosphogène cuivre d'environ 10^{-5}.

PHOTOGRAPHIE. — *Poidebard* (prés. par M. G. Perrier). — **Sur une nouvelle méthode de prise de photographies aériennes dans les climats tropicaux.**

La nouvelle méthode de reconnaissances en climat tropical, qui avait pour but d'obvier à l'inconvénient que présente la lumière éblouissante réfléchie par le sol dans la prise de vues aériennes panoramiques, a donné à l'auteur des résultats concluants : il décrit dans cette Note le procédé employé.

RADIOACTIVITÉ. — *Mme Branca E. Marques* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la répartition du radium dans la précipitation fractionnée du chlorure de baryum radifère.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Locuty* et *P. Laffitte* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le système sulfate d'ammoniaque, acide sulfurique, eau.**

— *M. Pernot* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le système bromure mercurique, bromure de potassium et alcool éthylique.**

— *J. Bouchard* (prés. par M. C. Matignon). — **Étude quantitative de l'action inhibitrice de quelques composés organiques sur le pouvoir fluorescent de l'uranine.**

— *L.-S. Mathieu-Lévy* (prés. par M. Delépine). — **Oxydation catalytique de l'oxyde de carbone. Evolution du catalyseur.**

— *C. Matignon* et *J. Calvet*. — **Sur le vieillissement après trempe des alliages aluminium-gluconium.**

Ces alliages subissent après trempe un vieillissement très rapide à la température ordinaire : il atteint, en dix minutes environ, 50 % de la transformation. Après ce vieillissement les propriétés mécaniques, comparées à celles de l'aluminium générateur, sont ainsi modifiées, la résistance augmente environ de 4 à 12, l'allongement est à peine diminué alors que la limite élastique et la dureté sont considérablement améliorées (E de 2 à 8, Δ de 13 à 38,5).

MÉTALLURGIE. — *R. Perrier* et *A. Portevin* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **L'évolution des inclusions dans l'élaboration des aciers.**

Cette étude a montré que dans la fabrication d'un acier doux basique, il y a concordance entre les modifications du métal et celles des inclusions. Les additions d'éléments spéciaux oxydables modifient la nature de celles-ci, par exemple l'addition de chrome change complètement les caractères des inclusions sulfureuses et fait apparaître des inclusions de chromite, mais cette dernière disparaît, même dans les ferro-chrome à 50 % Cr., s'il y a seulement 0,5 % Si, faisant place à des silicates.

— *B. Bogitch* (prés, par M. Henry Le Chatelier). — **Sur l'emploi de l'air chaud dans la fusion des minerais au water-jacket.**

Les principes appliqués dans cette étude se résument ainsi : combustion des fumées chaudes immédiatement au-dessus du gueulard, sans refroidissement ni dépoussié-

rage ; emploi de l'air chaud pour la combustion de ces fumées ; prélèvement des fumées à l'intérieur de la masse du minerai afin que l'introduction du minerai frais ne vienne pas faire varier brusquement la température des fumées ; réchauffage de l'air circulant à l'intérieur de tubes de fer calorisés, c'est-à-dire protégés par une couche d'aluminium et d'alumine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *P.-Ch. Dorier* (prés. par M. Delépine). — **Sur l'action du dichloro-1.3-propène sur les alcools arylaliphatiques sodés.**

La condensation du dichloro — 1,3 — propène avec les dérivés sodés des alcools arylaliphatiques donne des éthers oxyde ω — chloralkylés :

$$ArCH^2O—CH^2CH=CHCl.$$

L'atome de chlore de ces éthers oxydes se montre peu labile ; néanmoins il est possible qu'en utilisant d'autres réactifs, l'enlèvement du chlore soit possible.

— *Ch. Dufraisse* et *J. A. Monier* (prés. par M. Delépine). — **Recherches sur les oxydes organiques dissociables. Bis-(*p*-tolyl) 1. 1'-diphényl-3. 3'diméthyl-5. 5'-rubène ; son oxyde dissociable.**

— *M. Loury* (prés. par M. Delépine). — **Recherches sur les carbinols acétyléniques : le phényl-carbéthoxy-phényl-éthinyl-carbinol $C^{18}H^{16}O^3$.**

L. Franchet.

BOTANIQUE. — *Ph. Hagene* (prés. par M. Molliard). — **Caractères du terreau des Saules têtards.**

Les espèces végétales qui se développent sur les saules têtards s'y enracinent dans un substratum généralement très différent, par ses caractères, des sols naturels de la région, car il est presque toujours d'origine exclusivement végétale. La végétation qui s'y développe mérite donc d'être désignée par le terme « épiphyte ».

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Costantin.* — **L'immunité de la Canne POJ 2878 est-elle absolue?**

Ce terme désigne un hybride obtenu à Java et qui fournit actuellement 90 % des plantes qu'on y cultive. C'est un hybride complexe suffisamment riche en sève noble pour être bon producteur de sucre, suffisamment riche en sève sauvage et alpestre pour résister au Serch. M. Jeswiett, qui l'a réalisé, le considère comme doué d'une « immunité commerciale ». M. Cayla le considère comme doué d'une « immunité absolue ». Cette dernière affirmation doit être acceptée avec réserves ; il n'en reste pas moins vrai que l'immunité acquise est de longue durée, six ans au moins.

CHIMIE AGRICOLE. — *Em. Saillard* et *R. Saunier* (prés. par M. Viala). — **La détermination des cendres des jus de betteraves par la mesure des conductibilités électriques.**

On mesurera la conductibilité électrique de jus sucrés dilués de même teneur en sucre. Les conductibilités les plus faibles correspondent aux proportions de cendres les plus faibles. En faisant un certain nombre de dosages de cendres par incinération, on voit quelles teneurs correspondent aux conductibilités trouvées. La méthode permet un gain de temps considérable.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *M^me^ N. Mayer-Reich* (prés. par M. Desgrez). — **Action de l'oxygène sur les glucides évolués à l'abri de l'air.**

En solution alcaline, plus lentement en solution neutre, à l'abri de l'air, il se forme dans les solutions de glucides des corps électro-négatifs. Après naissance de ces corps, les glucides réducteurs fixent l'oxygène moléculaire. L'action du cyanure de potassium et du pyrophosphate suggère l'existence de deux mécanismes. L'un, indispensable, mobilise l'hydrogène ; l'autre agit sur l'oxygène. Les deux mécanismes interviennent au voisinage de la neutralité.

CHIMIE ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE. — *R. Fosse, P. de Graeve* et *P.-E. Thomas.* — **Rôle de l'acide allantoïque chez les végétaux supérieurs.**

L'origine de l'acide allantoïque est due à une suite d'actions diastasiques donnant, à partir des nucléines, la série suivante : nucléines → purines → acide urique → allantoïne → acide allantoïque. Puis l'acide allantoïque donne par une hydrolyse facile : acide glyoxylique et urée. Enfin, l'uréase transforme l'urée en ammoniaque, nécessaire à la plante. L'acide allantoïque peut s'accumuler dans les plantules en quantités notables, comme l'asparagine chez les végétaux supérieurs ou l'urée chez les champignons.

BACTÉRIOLOGIE. — *P. Noël Bernard* et *J. Guillerm* (prés. par M. Calmette). — **Sur la lyse transmissible du vibrion cholérique.**

Tandis que d'Hérelle considère le bactériophage comme un être vivant parasite des bactéries, d'autres savants pensent que le phénomène de lyse microbienne est en réalité une action diastasique produite par les microbes ou par des substances dérivées de leurs cultures. Or, les auteurs ont pu extraire de cultures de vibrions cholériques purs, par des méthodes d'extraction des diastases, une *substance lytique*, spécifique, qui a un *pH* optimum d'action et qui reproduit exactement le phénomène de bactériophagie. La méthode appliquée à cette extraction est celle des gels d'alumine. Le gel paraît agir en adsorbant des impuretés qui empêchent les propriétés de la substance lytique contenue dans le bouillon de se manifester.

PHYSIOLOGIE. — *M^lle^ Michaux* (prés. par M. Leclainche). — **Les teneurs en phosphore total du sang et des muscles et l'élimination de cet élément par la voie rénale au cours du scorbut aigu et du scorbut chronique.**

Au cours du scorbut aigu ou chronique, il y a diminution des quantités de phosphore total urinaire éliminées en vingt-quatre heures (0 g. 0078 contre 0 g. 0182 à 0 g. 0261). La teneur en phosphore total du sang s'élève notablement (0 g. 470 et 0 g. 491 contre 0 g. 349 à 0 g. 418).

M. Mascre.

Séance du 8 mai 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Fouillade* (prés. par M. E. Cartan). **Sur l'itération de certaines substitutions fonctionnelles linéaires.**

— *C. Jacob* (prés. par M. H. Villat). — **Sur quelques problèmes mixtes dans une couronne circulaire.**

GÉOMÉTRIE. — *L. Chamard* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur le paratingent d'un ensemble isodiatant d'un ensemble ponctuel.**

— *G. Ehresmann* (prés. par M. E. Cartan). — **Un théorème relatif aux espaces localement projectifs et sa généralisation.**

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *P. Delens* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur certains problèmes relatifs aux espaces de Finsler.**

GÉOMÉTRIE DES ENSEMBLES. — *A. Denjoy.* — **Sur les courbes rectifiables.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *F. Charron* (prés. par M. M. Brillouin). — **Accéléromètre à contact roulant.**

ÉLASTICITÉ. — *Ed. Callandreau* (prés. par M. Villat). — **Sur l'état élastique d'un assemblage soudé.**

AÉRODYNAMIQUE. — *A. Magnan* et *C. Magnan* (prés par M. d'Arsonval). — **Dispositif à fil chaud pour l'étude des mouvements d'air créés par une aile battante d'oiseau ou d'insecte.**

Les auteurs ont réalisé un anémomètre à fil chaud susceptible de donner la vitesse de l'air déplacé. Les expériences ont mis en évidence qu'il se produisait au bord de fuite des ailes un courant d'air dirigé vers l'arrière. Les enregistrements effectués avec l'oscillographe semblent prouver que le courant d'air est continu et non interrompu à la fin de chacun des coups d'ailes, tout au moins chez les insectes.

ASTROPHYSIQUE. — *J. Dufay* et *Ssu-Pin Liau* (prés. par M. Ch. Fabry). - **Sur l'absorption de la lumière dans l'espace interstellaire.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *A. De La Baume Pluvinel* et *D. Barbier.* — **Sur l'observation de l'éclipse totale de soleil du 31 août 1932.**

PHYSIQUE COSMIQUE. — *L. Tawin* (prés par M. J. Perrin). — **Nouvelle méthode pour la détermination directe de la répartition angulaire naturelle des rayons cosmiques.**

Le principe de la méthode repose sur le fait que la répartition anisotrope des rayons cosmiques doit déterminer, en plus de l'effet produit par la rotation d'un tube-compteur, un autre effet directionnel, dépendant de la longueur du tube, son axe restant fixe.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *R. Bureau* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Sur la variation rapide des atmosphériques au lever du soleil.**

Il arrive fréquemment que plusieurs sources existent à la fin de la nuit dans des directions échelonnées du Sud à l'Ouest. La disparition matinale a lieu alors successivement dans les différentes directions en commençant par le Sud et en finissant par l'Ouest, environ quarante-cinq minutes plus tard. Si l'action solaire se produisait au Zénith, les disparitions seraient simultanées.

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *L. Eblé* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Variation de la composante horizontale autour des journées de calme magnétique.**

— *J. Chevrier* (prés. par M. Maurain). — **Mesures magnétiques en Syrie.**

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *L. Filliâtre* et *P. Vernotte* (prés. par M. Perrin). — **Les défauts d'élasticité des métaux Amortissement des oscillations de torsion.**

— *J. Guastalle* (prés. par M. Perrin). — **Recherche d'une équation d'état des films mono-moléculaires.**

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *E. Sevin* (prés. par M. E. Esclangon). — **Synthèse des travaux de Newton, de Fresnel et de Maxwell.**

SPECTROSCOPIE. — *R. Bossuet.* — **Recherche des métaux alcalins dans les minéraux.**

Les minéraux dans la constitution desquels entre le potassium sont ceux qui renferment des métaux alcalins rares. Les minéraux dans la constitution desquels entrent le lithium, le sodium ou le calcium et ne contenant pas un peu de potassium, en sont exempts.

Le rubidium se rencontre plus fréquemment que le caesium, dais dans le pollux lui-même on ne trouve le potassium qu'à l'état de traces.

Les métaux alcalins rares se concentrent dans les feldspaths potassiques et les micas. Les minéraux de formation secondaire, tels que les zéolites, les silicates sodiques et calcosodiques, n'en renferment pas.

ÉLECTRO-OPTIQUE. — *M. Schwob* (transm. par M. A. Cotton). — **Sur la dispersion de biréfringence électrique de l'éther éthylique.**

Un tableau indique la biréfringence de l'éther éthylique anhydre rapportée au sulfure de carbone à 17° C. :

Biréfringence de SC. à 17° = 100. Temp. $\theta = 17°$.

Longueur d'onde : 5780 Å, 5460 Å, 4360 Å.

Biréfringence électrique $\beta_j = 20{,}1$, $\beta_v = 20{,}9$ $\beta_i = 27{,}6$.

Dispersion $\frac{\beta_i}{\beta_j} = 1{,}37$ $\frac{\beta_i}{\beta_v} = 1{,}31$.

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *G. Liandrat* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur l'effet photoélectrique interne dans les diélectriques liquides.**

L'inertie de la photoconductibilité ne laisse aucun espoir de séparer le courant photoélectrique d'un courant d'obscurité du même ordre, au moyen d'un éclairement modulé et d'un amplificateur basse fréquence.

ÉLECTROCHIMIE. — *R. Audubert* (prés. par M. Perrin). — **Propriétés électrochimiques des électrodes photosensibles à sels de cuivre.**

Les résultats montrent que dans une échelle de *p*H, qui correspond à celle où les forces électromotrices photovoltaïques sont reproductibles et où la substance photosensible ne subit pas d'altération, le potentiel de l'électrode est lié à un processus d'oxydo-réduction dans lequel intervient l'oxygène.

CHIMIE PHYSIQUE (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Etude du système SO^4H^2, SO^4Mg, H^2O.**

Pour ce système ternaire, l'auteur a déterminé trois isothermes de solubilité aux températures 0°, 19° et 35°5, sont portées en ordonnées, la teneur en sulfate de magnésie de 100 gr. de la solution, et en abscisses la teneur en acide sulfurique libre. Le taux d'acidose libre a été déterminé soit par gravimétrie, soit par volumétrie : les résultats ont toujours été concordants.

— *W. Graff* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Analyse thermique du système chloro-trichlorure de bore.**

Les résultats n'ont révélé l'existence d'aucun chlorure nouveau et par conséquent d'aucune valence du bore.

— *R. Dubrisay* et *P. Drouot* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur quelques phénomènes de chimie superficielle.**

— *Desmaroux* (prés. par M. G. Urbain). — **Stabilité des nitrocelluloses : distinction de la décomposition due à une combustion interne de la décomposition due à la saponification.**

— *A. Portevin* et *P. Bastien* (prés. par M. Léon Guillet). — **Contribution à l'étude de la coulabilité des alliages ternaires.**

Les résultats obtenus ont permis d'apporter les corrections aux domaines des solutions solides, dont l'étendue n'avait été indiquée jusqu'ici que sommairement. L'étude sur la coulabilité des alliages binaires et ternaires fait apparaître la détermination de cette propriété complexe comme un nouveau moyen d'investigation pour trouver

les compositions eutectiques et même délimiter les domaines des solutions solides.

CHIMIE MINÉRALE. *F. François* (prés. par M. Le Chatelier). — **Sur la précipitation de l'iodure d'antimoine et sur son hydrolyse.**

Cette étude ne met nettement en évidence dans l'hydrolyse du SbI^3 à la température ordinaire que l'oxyiodure 2. Sb^2O^3, SbI^3. L'hydrolyse ne mène pas dans ces conditions à Sb^2O^3.

— *P. Dubois* (prés. par M. G. Urbain). — **Action de l'eau oxygénée sur le permanganate.**

L'action de l'eau oxygénée sur le permanganate ne donne pas, généralement, si l'on fait varier les facteurs, des suroxydes à composition fixe. On obtient ce résultat dans certains intervalles de variation, en se plaçant dans des conditions bien déterminées, pour les suroxydes $MnO^{1,58}$ et $MnO^{1,88}$.

— *A. Karl* (prés. par M. Urbain). — **Sur la préparation des tungstates métalliques.**

La méthode décrite par l'auteur lui a permis de préparer les tungstates de cadmium, zinc, manganèse, fer, calcium, baryum, strontium en cristaux très nets et visibles à la loupe ; de même ont été obtenus le wolfram et la hubnérite. La méthode paraît générale pour la synthèse de ce groupe de corps.

— *G. Gire* (prés. par M. Matignon). — **Décomposition thermique des siliciures de magnésium.**

L'auteur a cherché à combiner la magnésie et le silicium à une aussi basse température que possible. La réaction commence à 450°. Le produit bleu ardoise répond à la formule $SiMg^2$. Chauffé à 550° dans le vide, il se décompose et la décomposition cesse lorsque le quart du magnésium combiné s'est volatilisé et sublimé. Le produit restant après dissociation est gris noir et ne donne pas, sous l'action de HCl, d'hydrogène silicié spontanément inflammable, ce qui montre qu'il ne reste pas de siliciure.

CHIMIE ORGANIQUE. — *M. Tiffeneau, J. Lévy* et *F. Kayser* (prés. par M. A. Béhal). — **Influence dissymétrique exercée par un carbone asymétrique dans l'action d'un organomagnésien sur une fonction aldéhydique. Obtention d'un seul diastéréoisomère.**

L'action du bromure de magnésium phényl sur le *d. l.* diphényl-2.3- propanol fournit un seul des deux triphényl-1.2.3-propanols-1 diastéréoisomères. L'autre diastéréoisomère s'obtient par hydrogénation de la benzyldésoxybenzoïne par l'amalgame de sodium.

— *R. Paul* (prés. par M. Matignon). — **Sur une transposition moléculaire accompagnant la déshydratation de l'alcool tétrahydrofurfurylique.**

— *R. Quelet* (prés. par M. Delépine). — **Sur la synthèse des dérivés chlorométhylés du parabromo-anisol et des nitro-anisols.**

Le parabromoanisol, les ortho et paraniranisols se prêtent d'une façon remarquable à la réaction de Blanc ; par contre, l'isomère métanitré ne donne que difficilement un dérivé chlorométhylé.

Dans tous les cas, le groupement CH^3Cl s'introduit en para ou en ortho par rapport à la fonction oxyde phénolique et le plus loin possible du radical NO^2. C'est donc $O\text{-}CH^3$ qui induit l'ionisation du noyau ; NO intervient en diminuant la mobilité des hydrogènes substituables.

— *J. Colonge* (prés. par M. Grignard). — **Généralisation de la méthode de condensation des cétones par les composés aminomagnésiens mixtes.**

Les composés aminomagnésiens mixtes sont capables de fournir par action sur les cétones aliphatiques, les cétols correspondants. En appliquant cette réaction aux cétones aliphatiques à chaînes plus ou moins ramifiées, on arrive à la conclusion suivante : la formation du cétol a lieu, pratiquement dans tous les cas où il existe au moins trois atomes d'hydrogène au voisinage immédiat de la fonction cétone.

L'auteur a obtenu six composés nouveaux en utilisant, comme agent de condensation, le dérivé bromomagnésien de la méthylaniline. Il a obtenu, en outre, la diméthyl-4-4 diphényl-1-1 pentanolone-1-5 en faisant agir une molécule d'une cétone ne possédant pas d'hydrogène au voisinage immédiat de la fonction cétone, sur une molécule du dérivé bromomagnésien de la méthylaniline.

— *P. Carré* et *D. Libermann* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les chlorures d'acides alcoylsulfureux.**

Les meilleures préparations des chlorosulfites d'alcoyle sont : pour les chlorosulfites d'alcoyle primaire, la réaction du chlorure de thionyle sur les alcools (sauf les alcools allylique et benzylique), en ayant soin de laisser les substances réagissantes en contact un temps suffisant pour permettre au chlorure de thyonile de transformer en chlorosulfite le sulfite neutre qui se forme d'abord en même temps que le chlorosulfite ; pour les chlorosulfites d'alcoyle secondaire ou tertiaire, d'allyle et de benzyle, la réaction du chlorure de thyonyle sur un sulfite neutre d'alcoyle symétrique ou dissymétrique.

— *M. Chatelet* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur une association moléculaire pyridine-iode.**

— *M. Roy* (prés. par M. Delépine). — **Sur l'altération de l'huile de ricin par chauffage.**

Les expériences effectuées établissent l'importance du rôle joué par l'oxygène dans l'altération qu'éprouve à chaud l'huile de ricin. Lorsque le chauffage se produit en présence d'air, comme cela a lieu lorsque l'huile de ricin est utilisée pour le graissage, c'est bien l'oxygène contenu dans l'air qui doit être considéré comme le principal facteur de l'altération.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *P. Fleury* et *R. Paris* (prés. par M. A. Desgrez). — **Action comparée de l'acide périodique sur les acides glycérophosphoriques α et β.**

L. Franchet.

GÉOLOGIE APPLIQUÉE. — *C.-L. Sagui* et *A. Jourdan*. — **De quelques données sur la genèse de la pyrrhotite colloïdale et des autres minerais de la mine du Bottino.**

Cette mine a été exploitée pour son plomb argentifère. La pyrite et la pyrrhotite qui s'y rencontrent ont un aspect zoné qui attesterait une origine colloïdale. La pyrrhotite zonée pourrait s'expliquer par le fait que le sulfure de sodium passe en solution dans l'eau, alors que les sulfures métalliques y restent en suspension sous la forme colloïdale. La pyrite serait de la pyrrhotite unie à un excès de soufre.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *C.-T. Popesco* (prés. par M. Dangeard). — **Obtention par greffe d'un haricot vivace.**

On a greffé respectivement : *Phaseolus vulgaris* sur *Desmodium canadense* et *Desmodium canadense* sur *Phaseolus vulgaris*. Le *D. canadense*, vivace par ses organes souterrains, greffé sur le Haricot de Soissons, annuel, a modifié celui-ci, directement et spécifiquement, dans ses rythmes de développement, en le rendant vivace et tar-

dif. Les descendants du Haricot devenu vivace et tardif ont conservé les caractères acquis par leur ancêtre greffé ; ils sont eux-mêmes vivaces et tardifs. L'influence du *Desmodium* s'est donc exercée simultanément sur son associé et sur sa descendance.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *R. Maire, E. Foëx* et *G. Malençon.* — **Sur l'étiologie du *Bayoud*, maladie du Palmier Dattier.**

Cette maladie avait été rapportée à un Champignon, *Cylindrophora albedinis*, sans que la preuve en ait été donnée de façon décisive. On a pu observer, depuis quelques mois, d'abondantes colonies de conidies intravasculaires de ce Champignon chez des palmes malades. La maladie apparaît d'abord à la base des palmes, puis progresse longitudinalement vers le haut et vers le tronc. La maladie a l'aspect d'une trachéomycose. La contamination peut se faire par l'intermédiaire d'instruments de taille ou d'insectes. Il y a lieu d'entreprendre maintenant des expériences d'infection. Certaines variétés présentent une certaine résistance et même une immunité totale.

PHYSIOLOGIE. — *M^lle M.-L. Verrier* (prés. par M. Bouvier). — **Réfraction statique de l'œil des Céphalopodes.**

Chez les Céphalopodes, comme chez les Téléostéens et les Sélaciens, il existe une hypermétropie statique très accusée sous l'eau. Le cristallin est sensiblement sphérique, ce qui atténue, sans la supprimer, l'hypermétropie due à la différence d'indices de réfraction de l'eau et de la substance propre du cristallin.

PHYSIOLOGIE COMPARÉE. — *H. Beauvalet* (prés. par M. Mesnil). — **Etude expérimentale de la digestion chez les Sélaciens.**

La portion antérieure, dilatée, de l'estomac, digère les protéides à la manière de la pepsine ; la portion postérieure, cylindrique, de l'estomac, et la région antérieure de l'intestin, peptonisent la fibrine en milieu alcalin, digèrent l'amidon et saponifient les graisses. La valvule spirale est dépourvue de pouvoir digestif. Le foie se comporte physiologiquement comme un hépato-pancréas, alors que le pancréas lui-même ne digère pas les protéides.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Fontaine* et *M^me Boucher-Firly* (prés. par M. Joubin). — **Sur la réserve alcaline du sang des poissons.**

Chez les Poissons marins, la réserve alcaline du sang des Téléostéens, à squelette osseux, est plus élevée que celle de Sélaciens, à squelette cartilagineux. La teneur du sang en CO^2 total paraît donc en rapport avec l'état d'ossification du squelette. Les Poissons d'eau douce ont une réserve alcaline beaucoup plus élevée que celle des Poissons marins. Les Poissons potamotoques (aloses et lamproies pêchées au début de leur montée dans nos eaux douces) possèdent une réserve alcaline intermédiaire entre celle des Poissons marins et celle des Poissons d'eau douce. Chez l'anguille, la réserve alcaline est presque trois fois plus élevée en eau douce qu'en eau de mer.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *M. Rangier* (prés. par M. Desgrez). — **Sur une forme d'élimination de l'acide urique.**

L'acide urique est éliminé par l'urine sous forme d'un dérivé conjugué avec le glycocolle qui a pour but de le solubiliser dans le milieu aqueux urinaire et de faciliter ainsi son élimination.

HYGIÈNE. — *G. Menier* (prés. par M. Richet). — **Sur les appareils étudiés et employés à Noisiel depuis 1875 pour obtenir l'abaissement de la température de l'air et en même temps le débarrasser des poussières.**

M. Mascré.

NOUVELLES

Médaille Franklin. — La médaille Franklin attribuée par le *Franklin Institute* aux chercheurs, de quelque nationalité qu'ils soient, dont les efforts ont le plus fait avancer la physique ou ses applications, a été accordée cette année à Orville Wright pour ses recherches sur les principes du vol et la construction des aéroplanes, et à Paul Sabatier, doyen honoraire de la Faculté des Sciences de Toulouse, en reconnaissance de ses contributions nombreuses et fructueuses en chimie générale et en chimie organique.

Société française des Electriciens. — *Centenaire de Gaston Planté.* — Sous les auspices de la Société française des Electriciens, un Comité international est en voie de constitution dans le but de commémorer, en 1934, le Centenaire de la naissance du grand savant français, Gaston Planté.

Gaston Planté réalisa des batteries d'accumulateurs qu'il chargeait en quantité à l'aide de piles et qu'il groupait en série pour la décharge. Il obtint ainsi des batteries donnant jusqu'à 1 600 V. et susceptibles de débiter de grandes intensités de courant.

En imaginant ensuite sa machine rhéostatique constituée à l'aide de condensateurs que l'on chargeait en parallèle au moyen d'une batterie d'accumulateurs et que l'on déchargeait en série, ces opérations se succédant très rapidement Gaston Planté obtint même un générateur à plus de 100 000 V.

Monument François Daleau. — Sur l'initiative de M. Alexandre Nicolaï, la ville de Bourg-sur-Gironde a décidé d'élever un monument à la mémoire du préhistorien François Daleau qui a découvert la Grotte de Pair-non-Pair (Gironde), en tant que station préhistorique. Il y fit des fouilles remarquables et y découvrit, en 1896, une décoration pariétale d'un haut intérêt, appartenant à l'époque aurignacienne. Les animaux représentés sur les parois de la Grotte consistaient principalement en Mammouths, Cervidés, Equidés, Bovidés et Capridés. En mourant, il légua ses importantes collections à la ville de Bordeaux.

Le Comité est présidé par M. Lucas, maire de Bourg-sur-Gironde avec, pour Secrétaire général, M. Alexandre Nicolaï, correspondant du Ministère de l'Education nationale.

Les souscriptions doivent être adressées par mandat à M. Géraud, Trésorier du Comité, notaire à Bourg-sur-Gironde (Gironde) ou à M. René Forton, trésorier de la Société archéologique, 371, avenue Thiers, Bordeaux, C. C. postal 120-64.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. Riabouchinsky, Directeur adjoint du Laboratoire de Mécanique des Fluides, fera les 26 et 28 juin, à 10 h. 30, deux Conférences sur : « *Quelques méthodes analytiques nouvelles suggérées par l'étude du problème des la Gravitation.* » Institut Poincaré, 11, rue Pierre-Curie, Amphithéâtre Darboux.

— *Soutenances de thèses.* — 12 juin. — M. Popovici : « *Sur quelques propriétés des fonctions d'une ou de deux variables réelles.* »

13 juin. — Mme Rechid : « *Etude des acides métaphosphoriques et des métaphosphates.* »

14 juin. — M. Bougy : « *Chimisme de quelques hybrides de betteraves.* »

16 juin. — M. Obrechkoff : « *Sur la sommation des séries divergentes.* »

— *Doctorat d'Université* : 22 mai. — M. Viola Tullio : « *Etude sur la détermination d'une fonction discontinue par sa dérivée unilatérale.* »

31 mai. — M. Meybeck : « *Les n-chlorosulfonylamides et n-chlorosulfonyl-sulfonamides.* »

2 juin. — M. Badoche : « *Recherches sur les hydrocarbures colorés.* »

— *Ecole normale supérieure.* — Les dates des épreuves orales du concours (1933) pour les bourses de licence sont modifiées comme suit : la liste des admissibles sera affichée à l'E. N. S., le lundi 10 juillet à 19 heures.

L'ordre dans lequel seront interrogés les candidats de Paris (groupe I) et les indications relatives aux examens et épreuves pratiques des groupes II et III seront affichés à l'école en même temps.

Les épreuves orales commenceront à l'école : le mardi 11 juillet à 7 h. pour les candidats de l'Académie de Paris; le samedi 15 juillet à 7 h., pour ceux des Académies de Besançon, Caen, Clermont, Dijon, Grenoble, Lille, Lyon, Nancy, Poitiers, Rennes, Strasbourg; le mardi 18 juillet, à 7 h., pour ceux des Académies d'Aix, Alger, Bordeaux, Montpellier, Toulouse.

Conservatoire national des Arts-et-Métiers. — L'Institut de Technique sanitaire et Hygiène des Industries, destiné à la formation de Techniciens de l'Assainissement, ouvrira sa prochaine Session en novembre.

Les élèves régulièrement inscrits, et qui satisfont à l'examen de fin d'Etudes, reçoivent un diplôme d'Etat : « *Brevet de Technicien sanitaire* ».

Des auditeurs libres sont admis, sans être astreints à une scolarité régulière; il peut leur être délivré un certificat d'assiduité.

L'enseignement est gratuit. Il comprend la Technique sanitaire urbaine, celle des habitations, des usines, ateliers, etc...; une série de conférences est consacrée à la Technique sanitaire rurale : Aspects spéciaux de la Technique sanitaire dans les campagnes. Constructions rurales : Habitations et bâtiments de ferme, écuries, étables. — Alimentation en eau, puits et citernes. — Fumiers et fosses à purins. — Hygiène de la voie publique au village.

Conditions spéciales d'exécution, dans le milieu rural, des opérations courantes de la Technique sanitaire.

La durée des cours est limitée à 3 mois, de façon à permettre aux élèves de province de les suivre, sans séjourner trop longtemps à Paris. La plupart des Cours et Conférences ont lieu le soir de 20 à 22 h. La scolarité peut être répartie sur 2 années.

Les leçons pratiques à l'amphithéâtre sont complétées par des démonstrations pratiques, manipulations, visites d'installations sanitaires, examens de dispositifs d'assainissement et rédactions de projets.

Pour inscription et tous renseignements, écrire au Directeur de l'Institut, au Conservatoire National des Arts-et-Métiers, 292, rue St-Martin, Paris (3e).

Université d'Aix-Marseille. — *Faculté mixte de Médecine générale et coloniale et de Pharmacie.* — MM. Cassoute et Payan sont nommés Professeurs sans chaire.

Les Etudes médicales et la culture gréco-latine. — Le Professeur Marsan, de l'Académie de Médecine, a publié récemment, dans le *Journal des Débats*, un article en faveur de la nécessité des études gréco-latines pour les études médicales. A ce sujet, le Dr Roux, Directeur de l'Institut Pasteur, a écrit à son confrère, la lettre suivante :

Mon cher confrère et ami,

L'article que vous avez écrit sur : « Les Humanités gréco-latines et les Etudes médicales » est excellent et par le fond et par la forme. Vous avez cent fois raison; depuis que l'on a saboté l'Enseignement secondaire on a supprimé les élites. Pendant les vingt-cinq années que j'ai fait le cours de bactériologie à l'Institut Pasteur, j'ai eu affaire avec un grand nombre d'internes des hôpitaux, et j'ai pu constater que, dans les dernières années, la qualité des travailleurs était bien inférieure à ce qu'elle était avant 1900. Même parmi les travailleurs de talent qui font des recherches parfois intéressantes, bien peu aujourd'hui savent rédiger convenablement un mémoire. Pas d'ordre dans la composition, impropriété des termes, etc...

Si nous ne revenons pas à l'ancien bachot ès lettres, il n'y aura plus d'élite en France. Et que dire des licences obtenues avec trois certificats? Ainsi on devient licencié ès sciences physiques avec un certificat de géographie, un de botanique et un de chimie biologique ou de géologie. Etudier la chimie biologique avant d'avoir travaillé la chimie générale est un non-sens!

J'ai lu votre protestation avec un grand plaisir, elle est juste; souhaitons qu'elle soit entendue.

Croyez-moi votre bien dévoué,

Docteur Roux.

Cette lettre est extraite de l'*Information universitaire.*

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Les Transmutations artificielles. Rupture des noyaux atomiques par bombardement de particules alpha, neutrons, protons, rayons cosmiques, par Louis Leprince-Ringuet. Préface de M. Maurice de Broglie. In-8°, de 45 pages, avec 4 planches hors-texte et 3 figures. Hermann, éditeurs. Prix : 15 francs.

La Librairie Hermann a eu l'heureuse idée, il y a quelques années, d'entreprendre la publication de petits volumes sur les actualités scientifiques et industrielles, où les auteurs les plus qualifiés exposent les découvertes récentes ou l'état actuel de chapitres spéciaux de la Physique. Le volume que nous présentons commence une nouvelle série publiée sous la direction de Maurice de Broglie, et qui est consacrée à la Physique atomique expérimentale. C'est une branche de la physique dont l'évolution rapide ne se prête pas encore à la publication de traités complets. Les découvertes se succèdent; les hypothèses se modifient. Il sera fort agréable pour tous ceux que passionne la physique de pouvoir suivre les progrès journaliers de la science par la lecture d'opuscules écrits précisément par ceux qui auront particulièrement contribué à ces progrès.

Le sujet que traite M. Leprince-Ringuet, la transmutation des éléments, est un de ceux qui offrent le plus d'intérêt. C'est le vieux rêve des alchimistes que nous voyons se réaliser. M. Maurice de Broglie nous dit bien,

dans sa préface, que les horizons ouverts par les nouvelles méthodes sont encore excessivement modestes ; elles n'en éveillent pas moins une curiosité passionnée qu'on sera heureux de pouvoir satisfaire. Les sept chapitres du fascicule traitent les sujets suivants : Constitution des noyaux atomiques. Caractères communs aux transmutations artificielles. Méthodes permettant de déceler les rayonnements corpusculaires isolés. Transmutations produites par les rayons alpha ; par les neutrons ; par les protons ; par les rayons cosmiques. Une bibliographie abondante termine l'ouvrage.

J. B.

Les Courants alternatifs. Méthodes générales pour le calcul des courants sinusoïdaux, par A. BLONDEL, membre de l'Académie des Sciences, Professeur honoraire à l'Ecole Nationale des Ponts-et-Chaussées. In-8° de 450 pages avec 100 figures. (*Encyclopédie d'Electricité Industrielle*). J.-B. Baillère et fils, éditeurs. Prix : relié, 155 francs; broché, 140 francs.

M. A. Blondel qui occupe en France et à l'Etranger une place prépondérante dans l'Electrotechnique vient de publier pour l'*Encyclopédie d'Electricité Industrielle* qu'il dirige un ouvrage fondamental que tous les électrotechniciens devront connaître. Voici d'après *L'Activité Technique* le plan que l'auteur a suivi.

L'ouvrage a pour but de servir d'introduction générale à l'étude détaillée des différents appareils à courants alternatifs et des transmissions d'énergie. Son auteur ne s'est pas proposé de publier un nouveau traité d'électrotechnique générale, mais bien de comparer et de discuter les méthodes de calcul employées dans l'électrotechnique des courants alternatifs, méthodes algébriques reposant sur la considération des équations différentielles, méthodes géométriques ou graphiques qui permettent de résoudre les équations par des tracés faciles à interpréter, méthodes vectorielles en notation, soit réelles, soit imaginaires, enfin méthode de séparation des puissances.

Une grande place est donnée à la représentation synthétique des régimes des circuits-types au moyen de diagrammes. L'auteur insiste sur les théorèmes généraux des circuits maillés rendus applicables aux courants alternatifs. Il fait ensuite l'application de ces principes à l'étude des machines simples, transformateurs, alternateurs, et il montre l'intérêt des abaques universels, des chutes de tension et des surtensions. Il donne des indications générales sur les systèmes de courants polyphasés et sur les applications de la méthode vectorielle dans ces systèmes pour quelques applications intéressantes.

Un chapitre spécial est consacré aux méthodes de calcul des inductances et des capacités des lignes monophasées et polyphasées. Un autre chapitre décrit les méthodes applicables pour le calcul de la propagation sur les lignes et donne un aperçu général des différents points de vue auquel on peut se placer suivant la méthode de calcul adoptée.

Le principe des fonctions hyperboliques complexes et la construction des différents abaques et des topogrammes sont données sous une forme précise.

Un chapitre est consacré à l'exposé des méthodes d'application des fonctions hyperboliques vectorielles et cylindriques aux phénomènes de concentration dans les conducteurs cylindriques, circulaires ou plats.

Un dernier chapitre, assez étendu, est consacré à un exposé détaillé et critique de la théorie des ensembles symétriques pour le calcul des courants polyphasés déséquilibrés. Il contient des considérations originales et pourra rendre de grands services aux lecteurs qui voudront s'initier à cette méthode nouvelle.

Tout en utilisant largement ses travaux personnels, l'auteur a fait appel, d'une façon très éclectique, à une documentation étendue en citant soigneusement toutes les sources auxquelles il a puisé.

J. B.

Huitième Congrès international de Photographie, Dresde 1931. Comptes rendus des séances et mémoires présentés. Documents recueillis par L. P. CLERC, rédacteur en chef de *Science et Industrie Photographique*. In-4° de 103 pages avec de nombreuses figures. Editions de la *Revue d'Optique théorique et instrumentale*. Prix : relié, 28 francs.

Tous ceux qui s'occupent de photographie scientifique ou industrielle ont eu recours à la documentation si riche et si précieuse que M. L. P. Clerc leur fournit dans *Science et Industrie Photographique*, avec une science et un dévouement que l'on ne saurait trop admirer. Les comptes rendus des mémoires n'y sont pas les analyses brèves que l'on trouve dans la plupart des recueils bibliographiques, mais des résumés étendus, accompagnés des tableaux numériques et des figures nécessaires et dont la lecture équivaut à celle du mémoire original, quand elle n'est pas plus profitable, l'esprit critique de M. Clerc ayant parfois mieux mis en valeur que celui des auteurs les points vraiment intéressants de leurs travaux.

A l'occasion du Congrès international de Photographie de Dresde, M. Clerc, comme pour les Congrès précédents, a donné dans *Science et Industrie Photographique*, un compte rendu fidèle et vivant des séances du congrès et des résumés de toutes les communications. C'est cet ensemble que les Editions de la *Revue d'Optique* ont eu l'excellente idée de réunir en volume et d'offrir au public. On y a joint un compte rendu, écrit par M. Lobel, des séances du Comité d'Unification cinématographique avec textes des résolutions votées. Le volume donne dans son intégralité le texte des divers mémoires présentés par des congressistes français et les résumés étendus des autres communications.

Le compte rendu officiel du congrès a été publié en langue allemande chez J.-A. Barth, à Leipzig. C'est un volume de 445 pages, mais dans lequel ne sont pas insérés les textes complets des mémoires et des communications dont la plupart ne sont que résumés. Les éditeurs du volume que nous annonçons se défendent de vouloir substituer la publication française à l'ouvrage allemand; elle n'en sera pas moins bien accueillie et sera fort utile à ceux qui préfèrent un texte français à un texte allemand et qui savent la confiance que méritent les résumés de M. L.-P. Clerc.

J. B.

ERRATUM

N° 11 du 10 juin 1933 :

Page 352 : « Université de Poitiers »,
8e ligne, *au lieu de* : Podestat, *lire* : Posejpal.
9e ligne, *au lieu de* : Pictoff, *lire* : Birkhoff.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 13 — 71e ANNÉE — 8 JUILLET 1933

PRIESTLEY ET SON ŒUVRE SCIENTIFIQUE [1]

par C. MATIGNON

Membre de l'Institut

Professeur au Collège de France

Mesdames, Messieurs,

La Science est essentiellement internationale, elle plane au-dessus des frontières, chaque nation est bénéficiaire de tous les avantages spirituels et matériels qui découlent des découvertes d'un savant et ces avantages sont indépendants de sa nationalité. C'est pourquoi la Société chimique de France a considéré comme un devoir de célébrer le deux-centième anniversaire de la naissance du chimiste Joseph Priestley qui apporta la contribution la plus importante à l'étude des gaz, ces corps mystérieux, qui représentent la troisième forme sous laquelle se manifeste à nous la matière et dont deux représentants seulement étaient connus au moment où le prédicateur anglais commençait ses travaux dans le domaine de ce qu'on appelait alors la chimie pneumatique.

A la raison précédente, fondamentale et suffisante, s'ajoute le désir de témoigner aussi notre sympathie à la science anglaise et à nos amis les chimistes anglais. Cette manifestation nous procure ainsi l'heureuse occasion d'introduire un nouveau chaînon dans la série des bonnes relations qui ont toujours existé entre les savants des deux côtés du détroit. N'est-ce pas pendant les périodes les plus violentes de la lutte de Napoléon contre l'Angleterre, d'abord en plein blocus continental, que l'Académie des Sciences décernait à Davy son grand prix des Sciences physiques, puis au cours de la sixième coalition, que l'Académie obtenait de Napoléon lui-même un sauf-conduit pour permettre à Davy de venir en France, en même temps qu'elle le nommait correspondant pour la section de chimie.

Ces démonstrations d'estime et d'admiration scientifique pour le citoyen d'un pays ennemi qui rehaussent la Science dans une région sereine que n'atteignent plus les dissensions intestines entre les nations, est à l'honneur à la fois des savants français qui les provoquèrent et de leur ami, l'éminent savant anglais, qui en fût l'objet ; elles manifestent chez les uns et les autres une même compréhension élevée du rôle de la Science.

Nous ne devons pas oublier non plus que Joseph Priestley, ce grand humanitaire, vibra violemment au souffle de la Révolution qui secoua la France et en défendit énergiquement les conquêtes. Aussi l'Assemblée Législative, en cédant la place à la Convention Nationale lui décerne pour lui et pour son fils, le titre de citoyen français qu'il reçoit avec reconnaissance et avec le désir, écrit-il le 1er janvier 1793, de

(1) Conférence faite à l'occasion du Centenaire de Priestley, le 15 juin 1933.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

faire tout ce qu'il est en son pouvoir pour le pays qui l'a adopté avec tant de générosité.

Sans vouloir rien distraire de cette gloire, non seulement à la science britannique, mais encore à l'humanité britannique, suivant l'heureuse expression de Sir Philipp Hartog, nos amis anglais nous permettront de nous honorer du grand savant dont l'Assemblée Législative fit notre concitoyen.

Enfin Joseph Priestley appartint à l'ancienne Académie Royale des Sciences ; il y occupa l'un des huit fauteuils d'associés étrangers, les fauteuils les plus enviés de l'Académie, réservés à un nombre restreint de savants éminents et dont Newton avait été l'un des premiers titulaires. Aussi l'Académie des Sciences a voulu s'unir à nous dans l'hommage rendu à l'un de ses glorieux aînés, en déléguant à ce centenaire tous les membres de la section de chimie.

La Société chimique de France remplit donc aujourd'hui un devoir qui s'imposait aux chimistes français et elle est particulièrement honorée que plusieurs hautes personnalités de la Science anglaise aient bien voulu s'associer avec nous dans cette cérémonie anglo-française de commémoration.

Priestley naquit le 30 mars 1733 dans un petit village du Yorkshire, aux environs de Leeds, où son père était commerçant. Il perdit sa mère, protestante rigide, à l'âge de six ans. Son éducation fut confiée à une tante dont il a dit plus tard qu'elle « ne connaissait pas d'autre usage à la richesse et au talent de toutes sortes que de faire le bien ». Sa jeunesse fut consacrée à l'étude des langues classiques et des dogmes religieux ; quand il sortit à 22 ans de l'Académie des Dissidents de Daventry, où il s'était préparé à ses fonctions de pasteur, il connaissait le latin, le grec et l'hébreu, langues considérées comme indispensables à l'étude de la théologie ; il ne cessa d'ailleurs de se perfectionner dans l'étude des langues, au point qu'il pouvait utiliser au cours de ses travaux d'érudition le français, l'allemand, l'italien, le chaldéen, le syriaque et même l'arabe dont il possédait des notions suffisantes.

Priestley met à profit les fonctions peu absorbantes, que nous appellerions en France, de curé de campagne, pour s'instruire et développer ses connaissances dans tous les domaines et particulièrement dans ceux de l'histoire religieuse et de la théologie.

Le petit village de Nantwich, dont il est le prédicateur, lui confie l'enseignement à l'école primaire ; c'est pour lui l'occasion d'étendre le champ de ses connaissances par l'étude des phénomènes naturels ; sur ses modestes appointements, il prélève la somme nécessaire pour se procurer les appareils scientifiques de l'époque, une machine électrique et une machine pneumatique ; il introduit ainsi pour la première fois, semble-t-il, l'enseignement expérimental à l'école primaire. Profondément encyclopédique, excellent pédagogue, il rédige une grammaire anglaise qui obtient un grand succès, elle était encore en usage après sa mort dans beaucoup d'écoles de la Grande-Bretagne, et il établit des cartes historiques et géographiques qui retracent à l'œil, d'une manière frappante, l'origine et la chute de chaque Etat ainsi que la durée de la vie des hommes célèbres.

L'étude des langues, ses expériences sur l'électricité statique et ses recherches dans le vide, n'occupent que ses loisirs. Il est, avant tout théologien ; élevé par sa mère et sa tante dans toute la sévérité de la communion presbytérienne, il abandonne le calvinisme pour passer, à 20 ans, dans la secte des ariens, secte qui s'était développée après l'empereur Constantin, dont il reste quelques partisans en Angleterre et à laquelle, dit-on, appartenait Newton ; son état d'esprit religieux ne se stabilise pas, d'ailleurs, à l'arianisme, car il deviendra plus tard unitaire, entrant ainsi dans une secte d'extrémistes qui ne sont plus considérés comme chrétiens par les réformés. Au cours de toute sa vie, Priestley polémiquera autour des frontières qui séparent les sectes successives dans lesquelles le conduit progressivement son évolution religieuse. Doué d'une vaste érudition, très habile dans l'art de combiner et de diriger ses moyens d'attaque, il est considéré par ses adversaires comme le polémiste le plus redoutable de son époque, et comme l'un des ennemis les plus dangereux de l'Eglise officielle, c'est-à-dire de l'Eglise anglicane orthodoxe. C'était, par suite, une grande recommandation aux bienfaits du Gouvernement que d'avoir combattu les opinions de Priestley, ce qu'il traduisait plaisamment en disant « qu'il disposait à lui seul de la feuille des bénéfices de l'Angleterre ».

Ses multiples controverses, sous forme de lettres, de brochures, sont renforcées par la publication de plus de cinquante volumes concernant l'histoire ecclésiastique, la métaphysique, la révélation et la théologie.

Les heureux résultats obtenus par le jeune professeur de l'école primaire de Nantwich le font appeler au collège de l'Académie dissidente de Warrington où il est chargé de l'enseignement du latin, du grec, du français, de l'italien, de l'art oratoire et du droit civil. Au cours de cet enseignement encyclopédique, il publie deux volumes sur l'histoire de la Politique générale et un troisième sur l'Art oratoire et la Critique.

Priestley profite de ses vacances pour faire chaque année un séjour de plusieurs semaines dans la métropole. Il y retrouve le pasteur docteur Richard Price, un philosophe doublé d'un économiste, Benjamin Franklin, et un autre

clergyman, le Dr Kippis. Priestley, dans ses Mémoires, rappelle avec émotion les heures heureuses vécues, dans la compagnie de ses amis dont il était l'hôte, au London Coffee House, à Ludgate Hill, où ces novateurs discutaient passionnément, autour d'un verre de bière, les idées et les questions traitées dans leurs ouvrages en préparation. C'est dans ces réunions que Franklin conseille à Priestley de rassembler toutes les connaissances sur l'électricité : son « Histoire et état présent de l'électricité » est un excellent exposé de toutes les expériences, y compris les siennes, effectuées dans cette région limitée de l'électrostatique, expériences qui conduisent déjà à la loi d'action des forces électriques, en raison inverse du carré des distances, comme une conséquence de l'absence d'électricité à l'intérieur d'un corps creux électrisé. Ce travail lui ouvre les portes de la Société Royale où siègent déjà ses amis Franklin et Price.

Priestley est alors âgé de 34 ans ; il abandonne la chaire de l'Académie de Warrington pour une prédication dans la ville de Leeds. Ce changement de résidence décide de son orientation scientifique, grâce à un heureux hasard, le voisinage d'une brasserie près de sa maison paroissiale. Son attention est attirée par les phénomènes qui se produisent dans la cuve de fermentation ; il s'efforce de saisir la cause du bouillonnement dont elle est le siège et cet excellent observateur qui, jusqu'ici, ignore tout des transformations chimiques, guidé par une flamme intérieure, aidé par une rare puissance de travail, va pénétrer d'emblée dans l'étude de la matière la plus ignorée, la plus mystérieuse, celle qui se manifeste sous l'état gazeux, et apporter en quelques années un prodigieux ensemble de fais expérimentaux qui poseront de multiples points d'interrogation aux savants du monde entier.

C'est d'ailleurs au milieu de ses controverses répétées avec les athées, avec les méthodistes, avec les calvinistes, avec les anglicans, avec les catholiques, qu'il découvre les oxydes d'azote, l'azote, le gaz sulfureux, l'oxygène, le gaz chlorhydrique, l'ammoniac, le fluorure de silicium, par la démonstration indéniable de leur individualité.

Priestley s'est mépris sur sa propre valeur, à tout instant dans ses mémoires, il attribue modestement au hasard les heureux résultats de ses recherches, il y expose avec candeur combien de fois le sort l'a servi, sans même en profiter. La comparaison entre le point de départ, le voisinage fortuit de la brasserie, et l'aboutissement, les glorieuses découvertes de Priestley, illustre de la façon la plus éclatante les mérites du savant britannique et dégage nettement le génie de celui qui sut si bien mettre à profit la faveur du sort.

Avant de pénétrer dans l'exposé de son œuvre, je voudrais jeter un regard sur l'état de nos connaissances en chimie pneumatique au moment où le pasteur Priestley entreprenait ses premiers essais à la brasserie Jakes et Neele.

La notion de fluide gazeux doit être vieille comme le monde, l'air en mouvement plus ou moins violent s'est manifesté par son action sur les premiers hommes : sensation de froid, agitation des arbres, bruit du vent, aussi l'air a-t-il une désignation propre dès l'apparition des premières langues écrites ; cette première notion est évidemment bien vague. Les philosophes grecs considèrent l'air comme le principe de toutes choses, il possède les éléments de tous les êtres et ces éléments, dont l'eau est le véhicule, engendrent toutes les planètes. Les Romains reconnaissent la matérialité de l'air. Les vents, dit Sénèque, qui emportent avec eux des poids énormes, attestent, ainsi que les sons, la force et la résistance de l'air. Les mineurs romains avaient observé depuis longtemps que leurs lampes s'éteignaient dans certains lieux souterrains et qu'eux-mêmes étaient exposés à y mourir asphyxiés ; ils attribuaient ces phénomènes à des airs irrespirables.

La connaissance des airs inflammables remonte également très haut dans l'échelle des temps.

Et cependant, au cours des innombrables et méthodiques tâtonnements de nos lointains ancêtres, qui les conduisirent à l'établissement des arts et métiers : fermentation panaire, vinification, métallurgie, etc., où des gaz entrent en jeu, ces derniers ont toujours échappé à la sagacité de leurs observations répétées et la persistance du nuage qui les masque démontre, par une expérience de milliers d'années, toute la difficulté du problème.

C'est au Flamand Van Helmont, de la famille belge des comtes de Mérode, que nous devons les premières idées sur l'existence de cette matière invisible à laquelle il donna le nom de gaz, du flamand gahst, l'équivalent de geist allemand, qui signifie esprit.

« Le charbon, dit-il, et en général les corps qui ne se résolvent pas en eau, dégagent nécessairement par leur combustion, de l'esprit sylvestre. 62 livres de charbon de chêne donnent une livre de cendres, les 61 livres qui restent ont servi à former l'esprit sylvestre. Cet esprit inconnu jusqu'ici, qui ne peut être contenu dans des vaisseaux, ni être réduit en corps visible, je l'appelle d'un nouveau nom, gaz ; il y a des corps qui renferment cet esprit et qui s'y résolvent presque entièrement ; il est alors comme fixé ou solidifié. On le fait sortir de cet état par le ferment, comme cela s'observe dans la fermentation du vin, du pain, de l'hydromel. »

Le rapprochement entre le gaz de la combus-

tion du charbon et celui de la fermentation est purement fortuit, car le gaz sylvestre, dans l'esprit de Van Helmont, est une expression générale qu'il applique à toute substance aériforme, c'est-à-dire à ces substance qui, suivant sa propre expression, « ne peuvent être emprisonnées dans les vaisseaux et qui brisent tous les obstacles pour aller se mélanger avec l'air ambiant. »

Puis, Pascal, Boyle et Mariotte, abordent l'étude des propriétés physiques de l'air, le premier en démontre la pesanteur, les seconds, par l'emprisonnement d'une masse déterminée, en établissent les propriétés élastiques. Boyle le définit « un fluide ténu, transparent, compressible, dilatable, enveloppant la surface de la terre jusqu'à une hauteur considérable ». Leurs travaux physiques sont à l'origine de la chimie des gaz ; ils attirent l'attention des chercheurs, qui rappellent et discutent les faits déjà connus : gaz irrespirables, gaz inflammables, Grotte du Chien, effervescence de la craie au contact des sucs acides, etc. Une pléiade de chimistes anglais de grand mérite, Jean Mayow, Hales, Black, Cavendish, tout en se livrant à d'importants travaux sur les solides et les liquides, commencent à s'intéresser aux fluides élastiques. Boyle et Mayow, les premiers, parviennent à recueillir une substance gazeuse produite artificiellement. Boyle introduit des clous dans un flacon rempli d'eau et d'huile de vitriol, il le renverse en le fermant avec la main dans un vase plus grand contenant le même liquide. Aussitôt, il voit s'élever dans le vase supérieur, je cite ses propres termes, des bulles aériformes qui, en se rassemblant, dépriment l'eau, dont elles prennent la place. Bientôt, toute l'eau du vase supérieur est expulsée et remplacée par un corps qui a tout l'aspect de l'air ».

Avec Hales, la chimie pneumatique fait un progrès marquant. Ce savant réalise, en effet, pour la première fois, un appareil susceptible de capter, dans tous les cas, un fluide gazeux en voie de formation. Il obtient ce résultat par l'introduction du tube qui prolonge la cornue productrice du gaz jusqu'à l'intérieur du vase récepteur. Par là, l'étude des gaz devient possible, aussi Hales peut-il varier les essais pour obtenir ce qu'il appelle la reproduction de l'air, il distille les matières organiques, il fait agir les métaux sur les acides ; les gaz recueillis sont inflammables, irrespirables, ils n'en sont pas moins pour Hales des airs atmosphériques dont les propriétés s'expliquent par une imprégnation de l'air à l'aide de particules sulfureuses ou huileuses, ou par un abaissement de l'élasticité au-dessous du taux nécessaire à l'entretien de la respiration.

Après Hales, Black et Cavendish ont le grand mérite de détruire enfin l'idée de l'unité de la matière aériforme. Black caractérise nettement l'existence du gaz carbonique, le gaz fixe, comme il le désigne ; il identifie, par leur action sur la chaux, les gaz de fermentation et de combustion du charbon, avec ceux qui se dégagent de la craie et des sels alcalins. Cavendish démontre également l'individualité du gaz hydrogène, le gaz inflammable, il en détermine la faible densité et constate ses propriétés détonnantes après avoir été mélangé avec l'air atmosphérique.

Tel était l'état des connaissances sur les matières gazeuses au moment où Priestley allait, à son tour, pénétrer dans leur étude. Ce trop long historique, dont je m'excuserais s'il ne m'avait procuré l'occasion de rendre, en passant, un juste hommage à la science anglaise d'avant Priestley, démontre, une fois de plus, que les découvertes sont lentes à se faire jour et qu'une longue suite d'observations est presque toujours nécessaire pour dégager progressivement la vérité de la gangue qui l'enveloppe.

Notons encore, à l'actif des rapports scientifiques anglo-français, que Black et Cavendish, ces éminents expérimentateurs, étaient nés tous deux en France, l'un à Bordeaux et l'autre à Nice, et que l'Académie Royale des Sciences reconnut leurs mérites en les élisant associés étrangers, comme l'avait été également leur compatriote Hales.

Priestley soumet le gaz fixe aux épreuves les plus variées ; il en détermine la solubilité dans l'eau, dans la glace, dans différents dissolvants ; il en imprègne le vin, le cidre, la bière pour les améliorer ; il reproduit artificiellement l'eau gazeuse et ferrugineuse de Pyrmont par sa dissolution dans l'eau favorisée par la pression, suivie d'une addition de fer qui s'y dissout ; il analyse son action aussi bien sur les animaux que sur les végétaux : grenouilles, insectes, araignées, papillons, fleurs, tiges de menthe. Cette façon multiple d'interroger la matière caractérise la méthode de Priestley, elle est la conséquence de son esprit d'initiative soutenu par une curiosité universelle et par une inlassable puissance de travail.

C'est en étudiant l'action d'un végétal sur un air altéré par la combustion d'une chandelle ou d'une bougie de cire (1), qu'il est conduit à faire l'une de ses plus brillantes découvertes, découverte dont il signale lui-même l'importance en soulignant la date.

Le 17 août 1771, je mis un jet de menthe dans une quantité d'air, dans lequel une bougie avait cessé de brûler et je trouvai que, le 27 du même mois, une autre bougie pouvait y brûler parfaitement bien. Je répétai cette expérience,

(1) On distinguait alors la bougie de cire de la chandelle de suif.

sans la moindre variation dans le résultat, jusqu'à huit ou dix fois pendant le reste de l'été. »

Pour rendre l'expérience plus probante, il divise son air vicié par la chandelle en deux portions, l'une abandonnée à elle-même, l'autre en contact avec la plante, il constate, après quelques jours, que la chandelle s'éteint toujours dans la première portion tandis qu'elle brûle dans la seconde.

Il fixe le temps nécessaire pour l'opération, cinq à six jours suffisent pour rétablir l'air.

Cette propriété est-elle particulière à la menthe ? Pour répondre à la question, il varie la nature du végétal, la mélisse, le séneçon, l'épinard se comportent de même. Avec ce dernier, l'opération est plus rapide ; après deux jours, l'air est de nouveau comburant. C'est donc là un fait général. D'ailleurs, les effluves aromatiques émises par la menthe et la mélisse ne sont pas les causes du phénomène car le séneçon et l'épinard qui en sont dépourvus conduisent aux mêmes résultats.

Il étend ensuite ces essais à l'air confiné « rendu nuisible par des souris qui y avaient respiré et péri. » Il le divise toujours en deux portions ; au bout de huit à dix jours, la souris vît dans l'air régénéré par la plante, tandis qu'une autre meurt dans l'air témoin.

L'air rejeté par ses propres poumons, l'air corrompu par les putréfactions animales ou végétales sont régénérées dans les mêmes conditions.

Ces expériences positives, dont il fixe la date, ont lieu en juillet et en août ; les mêmes expériences répétées vers la fin de l'année réussissent moins bien et l'obligent « à suspendre son jugement sur l'efficacité des plantes pour rétablir l'air nuisible ».

Il reprend les mêmes expériences dans l'été de l'année 1772, elles lui donnent « la preuve la plus incontestable du rétablissement de l'air putride par la végétation ». Et voici dans quels termes il en tire les conclusions :

« Puisque les plantes que j'ai employées croissent et profitent manifestement dans l'air putride, que la matière putride, comme on le sait, fournit une nourriture convenable aux racines des plantes, et puisqu'il est certain qu'elles reçoivent de la nourriture par leurs feuilles aussi bien que par leurs racines, il paraît très probable que l'effluve putride est extrait de l'air jusqu'à un certain point par les feuilles des plantes et qu'elles rendent conséquemment le reste plus propre à la respiration. »

« Ces preuves d'un rétablissement partiel de l'air par les plantes en végétation servent à rendre très probable que le tort que font continuellement à l'atmosphère la respiration d'un si grand nombre d'animaux et la putréfaction de tant de masses de matières végétales et animales est réparé, du moins en partie, par la création végétale, et, nonobstant la masse prodigieuse d'air qui est journellement corrompue par les causes dont je viens de parler, si l'on considère la profusion immense de végétaux qui croissent à la surface de la terre, dans les lieux convenables à leur nature et qui, par conséquent, exercent en pleine liberté tous leurs pouvoirs tant inhalants qu'exhalants, on ne peut s'empêcher de convenir que tout est compensé et que le remède est proportionnel au mal. « Son ami B. Franklin, tenu au courant de ces travaux, lui répond : « J'espère que vos recherches mettront des bornes à la fureur qu'on a d'arracher les arbres qui croissent autour des maisons et détruira le préjugé où l'on est que leur voisinage est contraire à la santé. »

Cette régénérescence de l'air vicié par la respiration, par la combustion et par la putréfaction, Priestley l'établit par des expériences conduites avec la méthode la plus rigoureuse, essais comparatifs, variation des facteurs, généralisation du phénomène.

Quel en est le mécanisme ? Il « conjecture que le rétablissement de l'air vicié résulte de l'absorption par les plantes du phlogistique dont l'air est surchargé par la combustion des corps inflammables ». La chaux lui indique la présence du gaz fixe dans un air nuisible, mais il ne rapproche pas les deux phénomènes. L'influence de la radiation solaire lui échappe également et, cependant, il paraît bien en avoir eu l'intuition car, au cours de son exposé et seulement au cours de cet exposé, il précise les dates des expériences, juin, juillet, août et signale les insuccès pendant l'hiver. Il laissait à son compatriote Ingenhouz, le mérite d'établir, quelques années plus tard, en suivant le phénomène dans toutes ses phases, depuis le lever du soleil jusqu'à son coucher, que la cause en était la radiation solaire et au Gènevois Senebier celui de terminer l'étude du phénomène en montrant que l'air déphlogistiqué (l'oxygène) provient de la décomposition de l'air fixe (gaz carbonique) par la plante.

Vers la même époque, Priestley découvre le gaz chlorhydrique, l'étude de ce nouveau gaz est un modèle d'expérimentation. En chauffant l'esprit de sel, la solution chlorhydrique, avec du cuivre, il recueille un gaz sur le mercure ; la variation des proportions du métal lui démontre que le dégagement de cet air est indépendant de la présence de ce métal ; ce nouvel air intrigue profondément Priestley car, chose extraordinaire, il perd son élasticité au contact de l'eau. Toutefois, en opérant avec une grande quantité de fluide élastique, il reconnaît qu'avec une petite quantité d'eau, l'absorption est limitée, qu'une nouvelle quantité continue la disso-

lution et, par conséquent, qu'il se trouve en présence d'un gaz extrêmement soluble, la densité de l'eau saturée est alors doublée et son volume augmente d'un tiers. L'esprit qui s'est dégagé n'est pas une vapeur, car, soumis au froid le plus énergique dont dispose Priestley, il n'est pas condensé. Il est plus lourd que l'air commun, il éteint une bougie allumée, il n'a aucune affinité pour l'air nitreux, le bioxyde d'azote, car son volume ne se modifie pas à son contact. Il dissout promptement la limaille de fer, la moitié du volume disparaît et l'autre moitié est un gaz inflammable insoluble dans l'eau. Des morceaux d'alun et de nitre l'absorbent intégralement et Priestley interprète judicieusement cette absorption. « Quoique l'acide marin, conclut-il, soit le plus faible des trois acides, l'acide vitriolique dans l'alun et l'acide nitreux dans le nitre, cèdent la place à la vapeur de l'esprit de sel. »

Suivant sa manière habituelle de procéder, il apporte, en contact avec ce nouvel air, les substances les plus diverses : alcool, huile d'olive, térébenthine, cire, charbon, bois sec, croûtes de pain, chair brute. L'alcool le dissout, le charbon l'absorbe rapidement, l'essence de térébenthine également en brunissant et l'huile d'olive se polymérise à son contact. Il le soumet à l'action de l'étincelle électrique pendant un temps considérable, sans produire aucune altération sensible. Il constate cependant la production d'un peu d'air inflammable (hydrogène), mais il l'attribue à la présence des deux tiges de fer de son eudiomètre. C'est l'expérience que Sainte-Claire Deville répètera un siècle plus tard pour établir la dissociation du gaz chlorhydrique.

Priestley a donc fait, sans s'en douter, l'analyse quantitative de cet air acide : décomposition par le fer, réduction du volume à moitié, formation d'un gaz inflammable et voici son interprétation : « l'air acide a assez d'affinité avec le phlogistique pour l'enlever aux autres substances et former avec lui cette union qui constitue l'air inflammable. »

L'oxyde azotique avait été signalé par Hales sans être caractérisé comme un individu chimique. Priestley le reproduit par l'action du fer, du cuivre, du laiton, de l'étain, de l'argent, du mercure, du bismuth et du nickel sur l'acide nitreux, autrement dit l'acide nitrique. Il le distingue des autres espèces d'air et lui donne le nom d'air nitreux. Son attention est particulièrement attirée par sa propriété de réagir, en présence de l'eau, sur l'air commun, avec formation transitoire d'une vapeur rougeâtre et diminution du volume de l'air commun initial.

Cette expérience, où l'on voit un gaz qui dévore pour ainsi dire une autre espèce d'air, provoque son étonnement au plus haut point. Il la reproduit, comme toujours, en variant les conditions et constate que l'effervescence rougeâtre et la contraction de volume sont particulières à l'air commun ou air propre à la respiration et que ces effets sont proportionnés, d'après un grand nombre d'observations, à son degré de bonté pour cet usage. Il en conclut qu'on peut juger de la salubrité de l'air par ce moyen avec beaucoup plus d'exactitude qu'en le faisant respirer par des souris ou par tout autre animal. « En formant l'espoir que cette découverte sera utile au public, il ajoute que nous possédons désormais, par ce moyen, une échelle prodigieusement étendue, par laquelle nous pouvons distinguer de très petits degrés de différence dans ce qu'il appelle la bonté de l'air. Ce même air nitreux abandonné pendant deux mois sur le mercure, au contact de clous, éprouve, avec diminution de volume, « un air dans lequel une chandelle brûle tout à fait librement et naturellement et qui, cependant, est nuisible au plus haut degré, car les animaux meurent à l'instant où on les y expose ». Le nouveau gaz est le protoxyde d'azote que Priestley prépare ainsi pour la première fois.

Telles sont, parmi l'infinité des faits accumulés par Priestley au cours de deux années, les plus remarquables de ses premières découvertes, touchant l'histoire de la chimie des gaz. Dans ce court espace de temps, il a, simultanément, presque créé la technique du maniement des gaz ; s'il n'est pas douteux que Hales a fait sur ce point la découverte la plus importante, le dispositif rationnel pour recueillir un gaz en formation, il n'en est pas moins vrai que Priestley, pour réaliser les essais infinis conçus dans sa fertile imagination, est conduit à mettre au point une technique qui lui est particulière. Il l'expose dans un chapitre d'une vingtaine de pages en le présentant dès le début avec cette formule modeste : « On verra que mes appareils ne sont que les appareils des docteurs Hales et Brownerigg et de M. Cavendish, diversifiés et rendus un peu plus simples » et, cependant, c'est à lui que nous devons la cuve à eau, encore appelée aujourd'hui cuve pneumatique, munie de son étagère pour supporter les éprouvettes, l'emploi comme liquide gazométrique de l'huile concurremment avec l'eau et le mercure déjà utilisé par Cavendish. Il signale, en particulier, l'emploi d'un couche d'huile pour la conservation d'un gaz soluble dans des vaisseaux plongés dans l'eau. Il recueille le gaz dans le vide quand il attaque le mercure. Il invente des dispositifs pour amener au contact des gaz des matières solides ou liquides tout en évitant le contact de l'eau ; il interpose de petits récipients intermédiaires pour condenser le liquide qui, dans certains cas, prend naissance en même temps que le gaz. Il utilise le siphon pour transvaser un gaz contenu dans une cloche renversée sur l'eau, il établit un dispositif avec emploi in-

termédiaire d'une vessie pour opérer le passage d'un fluide de la cuve à eau à la cuve à mercure. Il signale, d'ailleurs, rapidement l'insuffisance de la vessie par suite de la diffusion à travers ses parois ; en l'absence de tube de caoutchouc, il fait usage, comme le fera Lavoisier, de tuyaux de cuir flexible quand son appareillage doit présenter une certaine mobilité, comme, par exemple, lorsque l'agitation est nécessaire. Il met en œuvre des tubes capillaires pour la mesure des petits volumes, tubes capillaires que nous retrouverons plus tard dans la technique des gaz de Berthelot ; il établit des eudiomètres dans lesquels il fait varier la nature du métal des électrodes, fer, laiton, nickel, etc., et lorsque ces métaux agissent eux-mêmes sur le gaz, il leur substitue le mercure à l'aide du dispositif classique du tube recourbé. Enfin, par l'introduction de tubes de verre rodés sur la cornue productrice des gaz, Priestley réalise un important progrès dans la manipulation des airs, progrès sur lequel il se plait à insister, car c'est désormais la suppression des luts et des bouchons troués qui lui ont causé tant de soucis.

Ces premiers travaux de Priestley, communiqués à la Société Royale, paraissent en 1772 dans les *Philosophical Transactions*, sous le titre « Observations sur différentes espèces d'air. »

La Société Royale lui décerne aussitôt la médaille Copley, considérée en Angleterre comme la récompense la plus élevée qui puisse être attribuée dans l'ordre des sciences. Le président, Sir John Pringle, qui fut, plus tard, associé de notre Académie des Sciences, en lui remettant cette récompense, lui disait : « Les découvertes que vous venez de faire sont tellement prodigieuses qu'elles paraissent tenir plus au roman qu'à la réalité. Nous vous décernons cette médaille comme un témoignage du juste sentiment que nous avons de votre mérite et de l'habileté persévérante avec laquelle vous avez satisfait au but de la Société. Par là, vous avez mérité l'honneur de la Société Royale ».

Priestley publie, vers la même époque, l'*Histoire et l'état actuel des découvertes relatives à la vision, à la lumière et aux couleurs*, mais cet ouvrage n'eût pas le succès qu'il espérait. Après une résidence de six années à Leeds, il accepte l'offre de lord Lansdown, un protecteur des sciences, de continuer chez lui ses recherches avec les fonctions de bibliothécaire. Ami de Price et de Franklin, le riche Mécène met, en outre, à sa disposition, un budget de laboratoire de 40 livres.

Dans ces conditions matérielles favorables, Priestley continue à accumuler les expériences, concurremment avec ses publications politiques, philosophiques, théologiques. En 1774, deux ans après sa communication à la Société Royale, il réunit en un volume, *Expériences et Observations sur différentes espèces d'air*, le mémoire de 1772 et la description de tous les travaux effectués depuis cette époque. Dans cette deuxième partie, il annonce la découverte du gaz ammoniac isolé de l'alcali volatil, il continue à soumettre les gaz précédemment isolés à de nouveaux essais et il définit le gaz azoté par la constance de la diminution du volume de l'air sous l'influence de nombreux réactifs.

Hales et Cavendish ont déjà reconnu la contraction de l'air par la combustion d'une bougie ou du charbon ainsi que par l'introduction d'un mélange humide de soufre et de fer. Priestley reprend les essais.

Avec ce dernier mélange, la diminution de volume est d'environ un cinquième, l'air résiduel est un peu plus léger que l'air initial, il n'agit pas sur l'eau de chaux, il n'entretient ni la combustion de la bougie, ni la respiration de la souris, la variation de volume est indépendante de la quantité du mélange réactif.

La combustion du charbon dans l'air en présence d'eau conduit à la même contraction avec trouble de l'eau alcaline. L'air ainsi modifié éteint la flamme, il est nuisible aux animaux, la limaille de fer et le soufre ainsi que toutes les autres causes qui modifient l'air commun sont sans action sur lui. Le plomb et l'étain chauffés, le foie de soufre (sulfure de potassium), la pyrophore de Homberg donnent un gaz résiduel de même volume.

« Toutes mes observations, écrit-il comme conclusion, montrent que l'air une fois pleinement diminué, par une cause quelconque, est non seulement incapable d'une nouvelle diminution, soit par la même cause, soit par toute autre, mais encore qu'il a acquis de nouvelles propriétés qui diffèrent très sensiblement de celles qu'il avait auparavant et qui sont presque entièrement les mêmes, dans tous les cas. Ces circonstances donnent lieu de soupçonner que la cause de la diminution est réellement la même dans tous les cas. » Puis il ajoute : « La diminution de l'air, de manière ou d'autres, est donc la conséquence de ce qu'il était surchargé de phlogistique », Priestley a donc bien caractérisé le gaz azote par ses propriétés, en même temps, d'ailleurs, que Rutherford, un de ses compatriotes.

Le premier volume sur les différentes espèces d'air est suivi bientôt, en 1775, puis en 1777, d'un deuxième et d'un troisième volume, un quatrième et un cinquième viendront plus tard. Une traduction française, faite en même temps qu'il rédige son troisième volume, paraît cette même année 1777 en deux fois, d'abord le premier tome tout seul, puis, simul-

tanément, les deux derniers. Ces deux derniers font l'objet d'une souscription. Parmi les souscripteurs, notons : Mesdames Adélaïde, Sophie et Victoire, les filles de Louis XV, tous les dignitaires des hautes charges du Royaume et de la Cour, puis Berthollet, Buffon, Lavoisier pour 8 exemplaires. Trudaine de Montigny, Honoraire de l'Académie Royale des Sciences, qui a mis généreusement à la disposition de l'Académie la grande lentille du Jardin de l'Infante et « dont la magnificence éclairée, c'est Priestley qui parle, au retour d'un voyage à Paris, a rassemblé toutes les machines de physique, toutes les commodités et tous les secours nécessaires pour les expériences et les recherches auxquelles les hôtes nombreux que sa bienveillance y attire, pourraient avoir envie de se livrer » ; Trudaine souscrit pour 40 exemplaires.

Dès 1773, au lendemain de la publication du mémoire des *Philosophical Transactions*, Lavoisier soumettait au jugement de l'Académie son ouvrage : *Opuscules physiques et chimiques*. Ses expériences personnelles y sont précédées d'un Précis historique sur les émanations élastiques qui se dégagent des corps pendant la fermentation et pendant l'effervescence, il consacre plus de 40 pages à un exposé purement objectif de ce premier mémoire de Priesley. Aucun des ouvrages modernes, ajoute-t-il ne m'a paru plus propre à faire sentir combien la physique et la chimie offrent encore de nouvelles routes à parcourir.

Puis, après la parution du deuxième volume de 1775, Lavoisier attire à nouveau l'attention de l'Académie sur l'importance des nouvelles découvertes de Priestley en faisant appel à un article du règlement concernant les rapports présentés à la Compagnie sur les ouvrages importants de la physique et de mathématique. « L'ensemble de cet article, dit-il dans son compte rendu, est tombé en désuétude, il en résulte que des découvertes importantes sont ensevelies dans la bibliothèque de l'Académie sans être connues par ses membres et ce n'est qu'après plusieurs années écoulées que l'Académie reçoit du public par une filtration insensible et lente, les connaissances qu'elle aurait pu lui transmettre dès l'origine. »

« J'ai pensé, d'après ces réflexions, que l'Académie ne trouverait pas mauvais que j'eusse l'honneur de lui rendre compte d'un ouvrage important qui paraît en ce moment en Angleterre, la première et la deuxième partie de l'ouvrage publié l'année dernière par M. Priestley sur les différentes espèces d'air, cet ouvrage contient des données tout à fait neuves qui m'ont paru dignes de l'attention des savants. »

Lavoisier extrait du deuxième tome de Priestley les faits les plus importants, la découverte de l'air vitriolique (gaz sulfureux) et celle de l'air déphlogistiqué (oxygène). Il relate les faits exposés par le savant anglais sans y joindre aucune réflexion, se conformant ainsi au règlement qui exclut toute critique et toute vue personnelle.

La découverte, par Priestley, de l'oxygène, qui devait jouer un rôle capital dans l'établissement du mécanisme intime des réactions chimiques, tient, par cela même, dans l'œuvre si complexe, si féconde, du savant, incontestablement la première place. Il le dégage le 1er août 1774 du précipité *per se*, formé dans la calcination du mercure à l'air, en le chauffant, sous une éprouvette remplie de mercure, à l'aide des rayons solaires concentrés par une lentille. Il le met en contact avec l'eau, aucune absorption ; mais, ce qui le surprend plus qu'il ne peut l'exprimer, c'est qu'une chandelle brûle dans cet air avec une flamme d'une vigueur remarquable « la force et la vivacité de la flamme sont frappantes et la chaleur qu'elle produit, dans ces circonstances, est aussi très grande. Un morceau de bois embrasé y étincelle exactement comme du papier imbibé d'une solution de nitre ».

Le minium chauffé dans les mêmes conditions lui donne le même air, après élimination par l'eau d'un peu d'air fixe. Il le confond tout d'abord avec l'air nitreux soumis à l'action du fer, c'est-à-dire au protoxyde d'azote qui, lui aussi, entretient la combustion, mais certains faits le convainquent rapidement qu'il doit exister une différence essentielle entre la constitution de l'air extrait du mercure calciné et celle de cet air nitreux phlogistiqué. En effet, l'action de l'air nitreux, c'est-à-dire du bioxyde d'azote, les différencie nettement et, de plus, ce réactif signalé par lui comme susceptible de mesurer la pureté, ce qu'il appelle la bonté de l'air commun, par mesure de la contraction de leur mélange, le conduit à cette nouvelle surprise que ce nouvel air est 4 à 5 fois aussi bon que l'air commun. Il ne doute plus qu'il n'entretienne la respiration. Effectivement, une souris, confinée dans cet air, y vit plus longtemps que dans l'air ordinaire. Il a la curiosité de l'expérimenter sur lui-même. « La sensation qu'éprouvèrent mes poumons, dit-il, dans ses mémoires, ne fut pas différente de celle que cause l'air commun, mais il me sembla ensuite que sa poitrine se trouvait singulièrement dégagée et à l'aise pendant quelque temps. Qui peut assurer, ajoute-t-il, que, dans la suite, cet air pur ne deviendra pas un objet de luxe très à la mode. Il n'y a jusqu'ici que deux souris et moi qui ayons eu le privilège de le respirer. »

Il mesure la densité de ce nouveau gaz et il reconnaît qu'il est un peu plus pesant que l'air commun, alors que l'air phlogistiqué, l'azote, est plus léger. Il soupçonne que cet air pur doit

détoner plus violemment avec l'air inflammable (l'hydrogène), qu'avec l'air ordinaire, mais l'effet dépasse ses prévisions. Pour obtenir avec l'explosion, le maximum d'effet, il doit employer un tiers de cet air très pur et les deux tiers d'air inflammable. Priestley réalise ainsi, sans s'en douter, la synthèse quantitative de l'eau. Il faut un volume d'oxygène et deux volumes d'hydrogène pour obtenir le bruit le plus intense causé par l'explosion.

Priestley a toujours le souci des applications. « Rien ne serait plus aisé, dit-il, que d'augmenter la force du feu à un degré prodigieux en y insufflant de cet air pur au lieu d'air commun. Les chimistes feraient peut-être de grandes choses avec la chaleur prodigieuse que cet air pourrait leur procurer et qu'en particulier on parviendrait peut-être à fondre le platine par ce moyen. L'augmentation de force et de vivacité acquise par la flamme de la chandelle peut faire conjecturer qu'il serait particulièrement salutaire aux poumons dans certains cas de maladie. Toutefois, s'il peut être utile comme *remède*, ne nous conviendrait-il pas autant dans l'état ordinaire de santé, nous pourrions y vivre pour ainsi dire trop vite et les forces vitales seraient, sans doute, trop tôt épuisées dans cette pure espèce d'air. Du moins, un moraliste peut nous dire que l'air qui nous a été accordé par la Nature est aussi bon que nous le méritons. » Il propose, en outre, de purifier l'air confiné des assemblées par un dégagement régulier de ce gaz.

De cet ensemble d'observations conduites avec beaucoup de sagacité, Priestley conclut que la nouvelle espèce d'air doit contenir originairement moins de phlogistique que l'air commun, en conséquence il lui donne le nom d'air déphlogistiqué.

Comme l'oxygène peut être extrait aussi bien du minium que de l'oxyde de mercure et que tous deux sont obtenus par une calcination à l'air, il conclut avec beaucoup de justesse que ces deux générateurs de l'oxygène doivent emprunter à l'atmosphère la propriété de fournir cette espèce d'air. Il réalise aussi des mélanges d'air phlogistiqué et d'air déphlogistiqué (oxygène et azote). « Ils se tempèrent l'un l'autre, dit-il, de telle sorte que, par la quantité et la qualité des deux espèces d'air employés pour faire ces mélanges, on peut connaître avec exactitude quelle doit être leur pureté. » Il remarque également que leur mélange s'effectue sans changement de volume. Malheureusement, la formation de l'oxygène dans la décomposition des azotates l'égare et lui fait envisager l'air atmosphérique comme un composé d'acide nitreux et de terre.

L'interprétation des nombreuses expérimentations provoquées par Priestley et observées avec tant de finesse est malheureusement toujours stérilisée par la théorie du phlogistique ; pour lui, comme pour Macquer, le phlogistique est toujours le « guide le plus sûr que nous puissions avoir dans les expériences chimiques » ; intimement et inextricablement associé à la pensée de Priestley, il ne saura jamais s'en dégager.

Au début de son mémoire sur l'oxygène, il s'excuse de n'avoir pas saisi plus tôt les relations entre les divers phénomènes observés par lui, ce qui lui eût permis d'obtenir plus rapidement ces résultats et il se livre alors aux réflexions suivantes qu'il me paraît tout à fait de circonstance de rappeler ici :

« Ce défaut de l'esprit, je l'attribue à la force du préjugé qui, à notre insu, fait illusion non seulement à notre jugement proprement dit, mais encore à nos sens, car nous pouvons tenir si fortement une maxime pour véritable, que l'évidence la plus claire pour nos sens ne détruira pas entièrement nos opinions, et ait même souvent de la peine à les modifier. Plus un homme a d'esprit, plus il est fortement attaché à ses erreurs, son esprit ne servant qu'à le tromper en lui donnant des moyens d'éluder la force de la vérité. »

Vers 1780, Priestley abandonne le marquis de Lansdowns pour remplir à Birmingham les fonctions de pasteur auprès d'une congrégation de dissidents. Il y retrouve ses amis de la Société Royale, l'ingénieur Watt et le céramiste Wedgwood, qui se cotisent pour l'aider à subvenir aux frais de son laboratoire. Avec eux, il constitue un club philosophique, le « Club lunaire », ainsi dénommé parce que ses membres se réunissent les jours de pleine lune, pour éviter les attaques nocturnes à l'heure tardive du retour. Priestley continue, comme il n'a cessé de le faire, ses discussions religieuses et philosophiques, qui n'ont jamais eu d'autre but, comme il l'a dit lui-même « que de chercher à rendre l'homme meilleur ». Plus de dix ans avant la Révolution, il exalte sa foi dans l'amélioration sociale par la Science. « Quand je considère les progrès que les connaissances naturelles ont fait dans le siècle dernier, et quand je me rappelle tant de siècles féconds en hommes qui n'avaient d'autre objet que l'étude, il me paraît qu'il y a une providence particulière dans le concours des circonstances qui ont produit un si grand changement, et je ne puis m'empêcher de me flatter que ceci servira d'instrument pour opérer dans l'état du monde actuel de nouveaux changements qui seront d'une plus grande conséquence pour son avancement et son bonheur », et, plus loin, « les grands et les riches donnent, en général, moins d'attention aux travaux scientifiques, mais cette perte est réparée par des hommes qui, avec du loisir, de l'esprit et de la franchise, sont dans

un rang moyen. Circonstance qui promet plus pour la continuation des progrès dans les connaissances utiles que la protection des grands et des rois. »

Aussi, Priestley accueille avec des transports de joie la prise de la Bastille et il salue avec enthousiasme le peuple qui a le courage de répudier un esclavage séculaire et d'imiter les Américains. « Le 14 juillet, dit-il, est un jour destiné à être sanctifié par l'Histoire autant que notre 30 janvier » (le 30 janvier est l'anniversaire de la décapitation de Charles Ier).

Le 14 juillet 1791, une centaine d'amis de la Révolution française se réunissent en un banquet, pour célébrer le deuxième anniversaire de la prise de la Bastille. Une populace excitée par les ennemis de Priestley, qui, prévenu, n'assistait pas à la réunion, envahit sa maison et met le feu à son laboratoire. Ses instruments, ses manuscrits, sa bibliothèque, sa maison, tout est converti en un monceau de cendres, il en est de même de sa chapelle ainsi que des propriétés de ses amis. La fille du président du banquet nous a laissé le récit de ces trois jours de pillage et d'incendie qui ne furent interrompus que par l'arrivée d'un régiment de dragons. « Nous entendions les cris de la foule qui se pressait devant sa maison et je n'oublierai jamais ce que ces cris avaient de hideux. Sans paraître affecté, le docteur Priestley entendait les coups qui détruisaient ses appartements et le laboratoire contenant tous les appareils rares que le travail de toute sa vie avait été de recueillir et de former. Ses trésors scientifiques étaient dispersés et foulés aux pieds par une horde de bandits sans pitié tandis que lui, tranquille et serein, se promenait sur la route d'un pas ferme et tranquille, montrant jusqu'à quel point il était maître de lui et combien était calme la conscience qui le rendait si ferme contre l'odieuse persécution de ses ennemis. »

Ces actes de banditisme provoquèrent d'honorables et chaudes protestations. L'Académie des Sciences chargea Condorcet, son secrétaire perpétuel, d'exprimer à son associé étranger toute sa sympathie. Voici quelques extraits de la réponse de Priestley : « Je suis plus que consolé de mes pertes en apprenant que les membres de l'Académie des Sciences m'ont fait l'honneur de s'intéresser à ce qui m'est arrivé et particulièrement en observant que les amis de la philosophie sont ce quils doivent toujours être, des amis de la liberté individuelle. Quant à nous, nous venons d'avoir une preuve que les ennemis de l'un sont aussi les ennemis de l'autre. » Après avoir reproché à ses ennemis de n'avoir point épargné ses instruments de recherches, il ajoute : « Mais ne croyez pas, Messieurs, que ces amis du clergé et du roi forment la Nation anglaise. La partie sage de notre Nation pense d'une manière plus sensée et désapprouve également les maximes de ces factieux et les moyens qu'ils ont employé pour leur donner de la force. La Nation anglaise, en général, respecte les Français et quoiqu'il y ait pour le moment présent un trop grand nombre d'erreurs sur son compte, elle rivalisera avec vous dans les choses vraiment grandes, dans tout ce qui peut entretenir la paix et la bienveillance avec ses voisins, particulièrement avec vous qui nous serez toujours très chers par les généreux efforts que vous avez faits en faveur de la liberté et de la paix universelle. »

L'année suivante, au lendemain de la journée du 10 août, qui marque la chute de la royauté, l'Assemblée Législative, avant de se séparer, décrète qu'au docteur Joseph Priestley et à son fils est conféré le titre de citoyen français. Plusieurs départements, dont le département de l'Orne, l'élisent comme leur représentant à la Convention Nationale. Rolland, ministre de l'Intérieur, lui notifie cette élection. Il répond en conseillant la modération à notre gouvernement, « car les actions irrégulières et illégales ont contristé nos amis et, si elles devaient se renouveler, après avoir conçu les espérances les plus flatteuses, il faudrait désespérer de la cause de la liberté, non seulement en France, mais dans toute l'Europe ». Il refuse le siège de député à la Convention Nationale en exposant les excellentes raisons qu'il a d'agir ainsi, mais il accepte avec reconnaissance le don de l'éligibilité. « J'en concilierai les devoirs avec ceux de citoyen de l'Angleterre, car j'espère que ces deux pays seront à jamais unis par les liens de la fraternité. »

Après l'émeute de Birmingham, il habite Londres. La mort survenue bientôt après de son ami Price laisse vacante une chaire au Collège dissident d'Hackney, qui lui est confiée. Mais ses ennemis n'ont pas désarmé. Il s'exile volontairement et s'embarque pour les Etats-Unis, le 8 avril 1794, après avoir pris une dernière fois la parole dans cette église de la rue d'Essex qu'il avait tant de fois fréquentée jadis avec son ami Benjamin Franklin.

Pendant que le savant anglais, laissant derrière lui une œuvre se traduisant par plus de cent volumes, voguait vers les rives d'une nation hospitalière, fuyant les compatriotes qui l'avaient méconnu, un événement beaucoup plus grave encore, un crime sans précédent se commettait chez nous : sous le couperet de la guillotine tombait la tête de Lavoisier, ce génie de tous les temps, qui venait seul, combattu d'abord par tous les chimistes français et étrangers, de déchirer le voile impénétrable qui, depuis l'origine des mondes, dissimulait aux chercheurs de tous les temps la signification de leurs investigations et apportait ainsi, pour la pre-

mière fois, des notions précises sur la constitution de la matière et sur les lois qui régissent ses transformations ; problèmes agités par tous les philosophes, tous les penseurs, tous les chercheurs de toutes les civilisations. Priestley s'installe à Northumberland, petite ville de Pensylvanie, près de Philadelphie, où, depuis quatre ans, s'est éteint son ami Franklin. C'est là qu'il vécut ses dernières années sous la protection du président Jefferson, auquel il dédie son histoire ecclésiastique, dont quatre volumes étaient déjà parus quand il mourut le 4 février 1804, à l'âge de 71 ans. « Je vais m'endormir comme vous, dit-il à ses petits-enfants qu'on emmenait, mais, ajouta-t-il en regardant les assistants, nous nous réveillerons tous ensemble et j'espère pour un bonheur éternel. » Ce furent ses dernières paroles.

La révolution apportée par Lavoisier n'avait rencontré, au début, que des contradicteurs ; Guyton de Morveau, Berthollet, Fourcroy, résistaient obstinément aux idées novatrices de leurs collègues, car ces idées menaçaient de ruine prochaine la théorie du phlogistique, la plus belle partie de l'édifice de nos connaissances. » Ce n'est qu'à la dernière extrémité que, vaincus par l'évidence, ils se rangèrent, de 1787 à 1788, aux côtés de Lavoisier et devinrent les partisans zélés de ses conceptions. En Angleterre, Kirvan et Black, après une lutte acharnée, dans des déclarations aussi catégoriques que loyales « mettent bas les armes » et contribuent puissamment à restreindre le nombre des phlogisticiens. Il n'en restait, parmi les savants de premier plan, qu'un seul : Priestley, qui, plus que tout autre, avait contribué, par ses études sur les gaz, à préparer l'avènement de la Chimie nouvelle. De Northumberland, il adresse encore aux citoyens Berthollet, Laplace, Monge, Morveau, Fourcroy, un long plaidoyer en faveur du phlogistique, dans une lettre dont je veux citer quelques extraits : « Je suis loin de manquer de déférence pour l'opinion d'hommes aussi distingués que vous, vos amis en France, et les savants qui, en Angleterre et dans les pays où la Chimie est cultivée, ont adopté votre système. Mais vous conviendrez avec moi qu'un homme ne doit pas se rendre à une simple autorité, quelque respectable qu'elle puisse être. S'il en était autrement, votre propre doctrine n'eut jamais été proposée. » Il veut être gagné par la persuasion plutôt que contraint au silence par la force du pouvoir, car il se sent aussi disposé à céder à la persuasion qu'à résister à la force. Adet, notre ambassadeur auprès des Etats-Unis, chimiste et membre de la Société Philomatique, réfute sur place toute l'argumentation de Priestley sans le convaincre. Comme l'a dit Dumas, « après tant de brillantes découvertes, après l'observation d'une multitude de faits en opposition avec le phlogistique, Priestley est mort phlogisticien et seul de son avis, lui dont les opinions, quelques années auparavant, faisaient loi en Europe ».

La vie de Priestley fut celle d'un homme que rien ne pouvait faire dévier de la ligne tracée par sa conscience. Il appartenait bien à cette race dont Mme Snowden, la femme du ministre anglais, qui la connaît bien, disait, au moment du Congrès de La Haye : « Vous ne connaissez pas les gens du Yorkshire, vous les hacheriez plutôt en morceaux que de leur faire retirer un mot de ce qu'ils ont dit. » C'est sa fougueuse indépendance, sans doute, qui explique sa résistance à l'adoption des idées nouvelles. Il eut cru manquer à la dignité de sa conscience en semblant céder à une autorité qui était devenue celle des chimistes du monde entier.

L'apport de Priestley à nos connaissances sur les propriétés de la matière gazeuse, sur la production des fluides élastiques, sur l'existence d'individus distincts de l'air et distincts entre eux est unique dans l'histoire de notre Science. Il fut aussi le premier à manipuler facilement et rapidement ces matériaux invisibles considérés encore un siècle auparavant comme insaisissables.

Par là, il a révélé aux chimistes non seulement la variété des substances qui peuvent exister à l'état gazeux, mais le rôle important qu'elles jouent dans les réactions chimiques. Le secret de son génie, nous le retrouvons dans sa curiosité enthousiaste, dans son énergie inlassable pour la recherche, dans la fertilité et l'ingéniosité de son esprit, qui le portent par les moyens les plus simples à soumettre la matière gazeuse aux essais les plus variés, dans ses qualités hors pair d'observateur, dans une habileté expérimentale qui lui a permis d'accumuler dans un temps très court découvertes sur découvertes.

Toutes ces qualités, il n'a cessé de les mettre en œuvre, incessamment sollicité par ces flammes intérieures : son amour pour la Science et sa foi illimitée dans les possibilités de nouvelles recherches scientifiques.

Il a ainsi apporté à pied d'œuvre les éléments indispensables à l'élaboration du nouvel édifice chimique. L'Académie Royale des Sciences, comme je l'ai déjà dit, avait rendu justice à ses œuvres en lui accordant un de ses huit fauteuils d'associés étrangers, et, après la disparition de l'Académie Royale, la première classe de l'Institué l'élisait à nouveau comme associé étranger. Dans la séance solennelle du 24 janvier 1805, moins d'un an après sa mort, Cuvier prononçait son éloge en présence de Berthollet, de Fourcroy, de Laplace, de Monge. Après avoir rappelé qu'il appartenait à la plupart des Aca-

démies scientifiques, il ajoutait : « Cette honorable unanimité prouve, d'autant mieux l'irrésistible influence d'un mérite réel, que celui qui en fût l'objet ne mit aucune adresse, aucun aménagement à se la procurer, que sa vie fut toute polémique et qu'il sembla toujours se plaire à combattre les opinions les plus dominantes.

A cet instant même, dans un pays en guerre avec le sien, la principale institution littéraire de la Nation vient lui payer, par mon organe, le triste et dernier tribut qu'il doit à tous ses membres et je vois, dans cette enceinte, plusieurs de ceux qui l'ont combattu joindre, en quelque sorte leurs voix à la mienne et mettre par leur généreux concours le comble à son triomphe. »

La Société Chimique de France est particulièrement heureuse aujourd'hui de montrer que le jugement des chimistes français ne s'est pas modifié en portant à l'honneur, en union avec les Sociétés savantes anglaises et américaines, ce glorieux représentant de la Chimie britannique, ce puissant et généreux esprit qui, sans trêve ni repos, combattit toujours pour la défense de la liberté et pour la rceherche de la vérité.

LA MESURE DES COULEURS ET SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES[1]

par René TOUSSAINT

La couleur, dont nous voulons parler, n'est pas la lumière colorée du physicien, c'est la matière des peintres, des teinturiers, ou, mieux, celle de tout le monde, puisque tout le monde en jouit, en discute, et consciemment ou non, en crée.

On peut évidemment en jouir sans comprendre ; mais pour en discuter, à plus forte raison la créer, il semble préférable de bien la connaître. Et pour cela, il n'y a qu'un moyen : analyser et mesurer.

Les temps sont passés où, pour classer les sensations, on pouvait se contenter d'images empruntées à la nature. S'adresser encore au bois de rose, au saumon ou à la tête de nègre pour définir une couleur paraît un peu barbare. Pourquoi ne plus faire appel au rossignol, à la tempête, pour définir l'arpège ou les accords qui frappent nos oreilles ? Laissons provisoirement aux parfums — un jour viendra où, l'appareil de mesure étant trouvé, on s'en étonnera aussi — leurs appellations savoureuses et évocatrices, mais éliminons de notre langage, les tangos plus ou moins profonds, les opéras plus ou moins chauds, les citrons corsés ou creux.

Ces images auraient depuis longtemps fait place aux chiffres, précis et clairs, si tous ceux qui s'intéressent à la couleur voulaient bien l'analyser et penser parfois à l'arc-en-ciel complet qu'elle enferme toujours en ses plis.

La couleur par elle-même n'existe pas.

Elle n'existe qu'en fonction de la source de lumière qui l'excite et de l'œil qui la perçoit.

La source, lumière blanche du jour ou lumière artificielle, c'est toujours une émission de rayonnements, en nombre infini, dont le spectre des longueurs d'onde est illimité.

L'œil c'est la plaque sensible, et c'est aussi le diaphragme qui, dans ce champ infini, limite aux bandes ou colorations de l'arc-en-ciel, les longueurs d'onde perceptibles — le mot « coloration » que nous emploierons par la suite, est impropre peut-être, mais il permet de désigner facilement un faisceau de rayonnements voisins, une bande étroite de transmission, par opposition au mot « couleur » qui affecte tout le spectre visible.

Grâce à l'œil, ce n'est que dans cette fenêtre étroite que la couleur peut frapper nos sens ; cependant, si étroite que soit la fenêtre, elle laisse passer un grand nombre de colorations différentes.

Aussi, pour un objet éclairé, peut-on considérer que la couleur n'est rien d'autre que sa capacité de diffuser ou de transmettre, avec une intensité déterminée, chacune des colorations visibles de la source.

Tout ce qui n'est pas diffusé par l'objet, ou ne passe pas, est absorbé et transformé en chaleur. La couleur-matière n'est qu'un transfor-

(1) Conférence faite le 5 février 1933, au Conservatoire National des Arts-et-Métiers.

mateur d'énergie, un filtre ou mauvais miroir de source. C'est le rapport de ce qui est absorbé à ce qui passe qui la caractérise.

La source blanche émet, par définition, avec une égale intensité, toutes les colorations du spectre solaire.

Dès qu'un filtre crée du déséquilibre, la couleur apparaît ; l'œil l'apprécie mal, parce que, toutes les colorations composantes étant superposées, seule la résultante l'impressionne. Si bien que la mesure est pratiquement impossible.

Il en serait de même pour un accord musical où l'oreille ne saisirait qu'un bruit sans distinguer aucune des notes.

Il faut transformer l'accord de couleur en arpège pour pouvoir le mesurer et le reproduire à coup sûr.

Voici l'accord de couleur et voici son arpège.

Ce spectre sera le leit-motiv de toute notre démonstration (Expériences de décomposition et de recomposition de la lumière).

Comme première approximation, admettons que le spectre solaire visible ne contienne que six colorations :

Violet, Bleu, Vert, Jaune, Orangé, Rouge, et, n'en déplaise aux disciples de trichromie, toutes aussi « simples » ou « fondamentales » les unes que les autres, chacune d'elles étant caractérisée, pour simplifier, par la longueur d'onde moyenne de la bande.

Dans une couleur, quelle qu'elle soit, toutes ces colorations interviennent et y sont perceptibles. Il n'y a jamais absorption totale pour aucune d'elles. Puisque dans chaque couleur nous retrouvons toutes les colorations, si nous pouvons mesurer chacune d'elles, nous pourrons représenter celles-ci à l'aide de facteurs simples, sous forme de courbes.

Avant d'étudier ce mode de représentation, disons de suite que la courbe de couleur intéresse non seulement toutes les industries où l'on crée la couleur : ateliers de teinture, d'impression, peintures, verres colorés, laques, vernis, encres, matières colorantes, etc..., mais encore les industries où la couleur intervient seulement comme caractéristique de fabrication : métallurgie, meunerie, papeterie, blanchisserie, sucrerie, savonnerie, brasserie, parfumerie, etc..., sans parler des laboratoires de toutes sortes, réservés aussi bien à l'industrie qu'à la science pure.

Courbes de couleur.

Si l'on imagine un diagramme, ayant pour abscisses les colorations et pour ordonnées les intensités de transmission, on peut représenter le blanc pur, symbole de l'équilibre parfait des colorations, par une droite horizontale de cote 100, le noir absolu par l'axe des X et un gris neutre par une horizontale quelconque de cote comprise entre 0 et 100. La moyenne des six ordonnées donne le *ton moyen* ou degré de clair-foncé.

Dès que, par rapport au gris, il y a déséquilibre, une couleur apparaît avec une dominante là où la transmission est maxima. Le point bas de chaque courbe est généralement dans la coloration complémentaire de la dominante, celle qui lui est opposée sur le cercle chromatique.

Plus un objet coloré transmet de lumière sous l'action d'une source donnée, dans une coloration déterminée, plus la cote de son point figuratif y est élevée. Le blanc est la couleur qui possède la plus grande intensité lumineuse tout le long du spectre.

Si, dans une courbe de couleur, on remplace l'étalon blanc par un type coloré, la représentation reste la même et l'on obtient une courbe d'échantillonnage ; dans ce cas, les intensités de l'échantillon peuvent être tantôt supérieures, tantôt inférieures à celles de l'étalon. Pour construire ces courbes, déterminées par six points, ou davantage si l'on veut plus de précision, il faut, dans chacune des colorations-types, sélectionnées dans la source, comparer les intensités de transmission de la couleur à étudier et de l'étalon. De telles mesures peuvent être faites avec les anciens colorimètres à plages lumineuses, mais pour éliminer les nombreuses causes d'erreur dues au imperfections et à l'inconstance de l'œil, il est plus rapide et plus sûr, d'utiliser les propriétés remarquables de la cellule-photoélectrique. Celle-ci est à l'œil ce qu'un mètre en bois est à un mètre en caoutchouc pour la mesure des longueurs.

Avec le photocolorimètre à cellule que nous utilisons, la sensibilité est pratiquement illimitée, quelle que soit la longueur d'onde et il faut moins d'une minute pour calculer et construire une courbe de couleur en six points.

Photocolorimètre (Voir fig. 1).

Un faisceau lumineux, issu d'une source quelconque, éclaire successivement un étalon et un échantillon placés côte à côte sur un pupitre coulissant perpendiculairement à lui. La lumière diffusée par l'échantillon éclairé, est reçue par une cellule photoélectrique dont le courant, après amplification par lampe triode, est enregistré sur un milliampèremètre à aiguille.

Le quotient des deux lectures, faites successivement sur l'échantillon et sur l'étalon, donne l'intensité relative de transmission du premier par rapport au second. Il suffit donc d'opérer en lumière filtrée, avec des écrans convenables placés devant les échantillons, pour obtenir suc-

cessivement les cotes des 6 points figuratifs de nos courbes.

Le métal employé dans les cellules du photo-colorimètre (fig 2), est le potassium, traité depuis peu, et spécialement pour cet appareil, par un procédé permettant de le rendre très sensible à toutes les radiations, quelle que soit leur longueur d'onde, aussi bien dans l'infra-rouge que dans l'ultraviolet.

Ce dernier perfectionnement a une importance capitale pour l'emploi des cellules en colorimétrie.

Avec le montage électrique utilisé pour le relais amplificateur, on est maître, grâce à une résistance variable, d'envoyer dans la grille de la lampe triode, reliée directement à la cathode, la fraction du courant-cellule qu'on désire si bien que le courant-plaque peut toujours être assez grand pour permettre d'utiliser, sur échantillons très foncés, ou même noirs, en lumière filtrée de quelque longueur d'onde qu'elle soit, toute la graduation de l'ampèremètre.

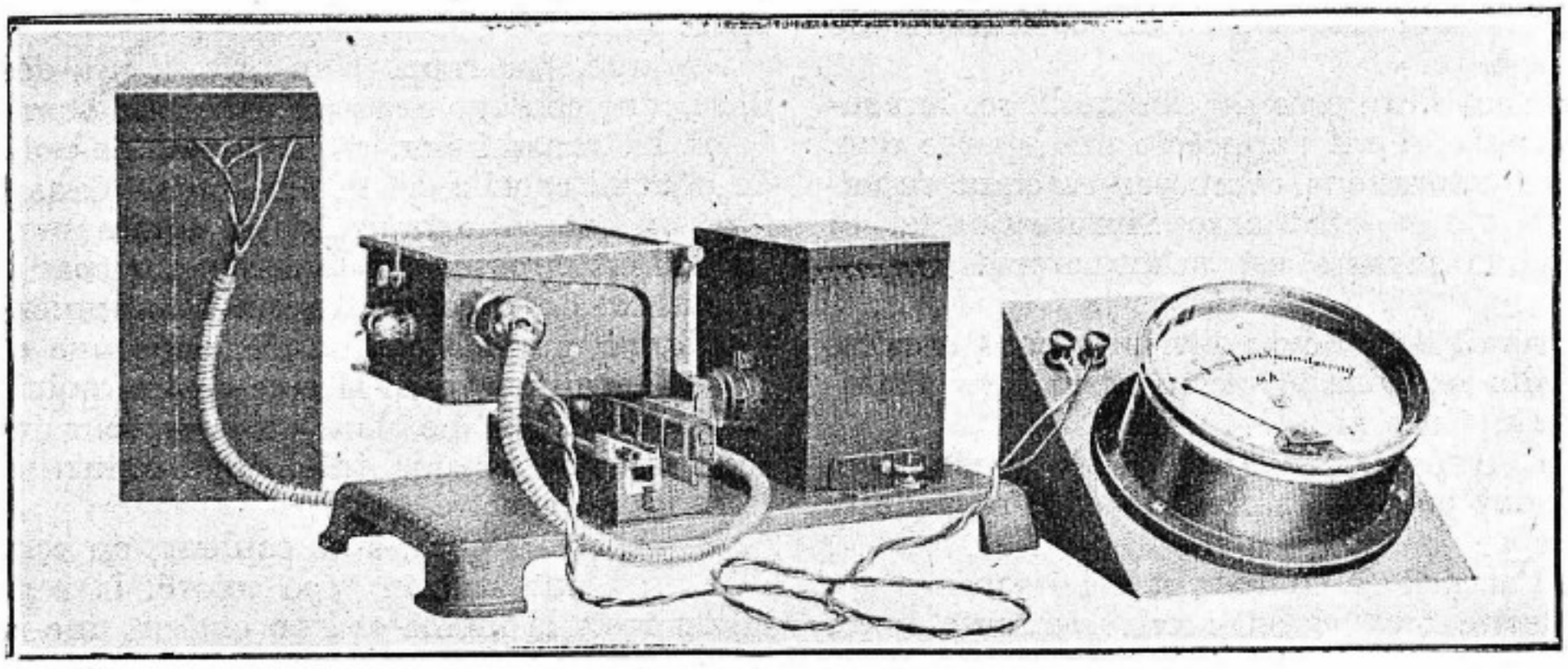


Fig. 1. — Photo-colorimètre.

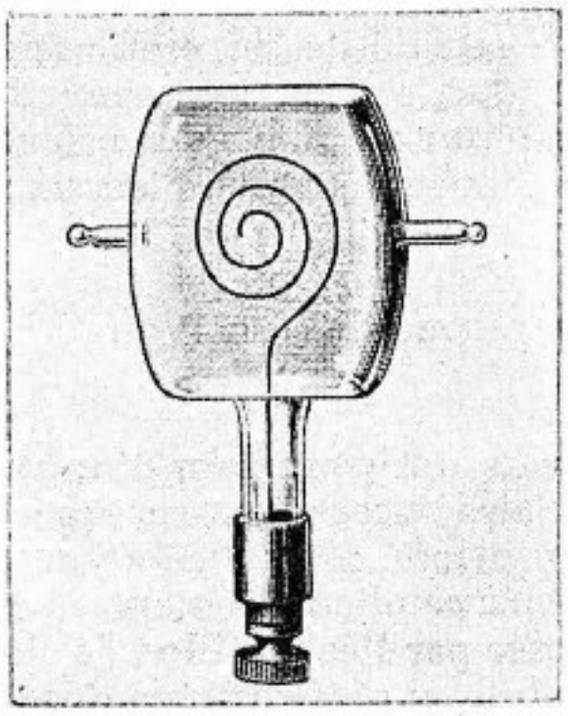


Fig. 2. — Cellule photo-électrique.

Les 6 écrans permettant de se placer successivement en lumière : violette, bleue, verte, etc..., sont des filtres dont le spectre est parfaitement connu.

Pour des recherches très précises, il est facile de resserrer les bandes de transmission en utilisant d'autres écrans correcteurs et des réglettes de 12 ou 18 filtres, afin d'obtenir des courbes avec 12 ou 18 points figuratifs, échelonnés de l'ultra-violet à l'infra-rouge.

Les courbes de couleur et d'échantillonnage étant établies, nous allons voir successivement leurs applications pratiques dans les industries où l'on crée la couleur, puis dans celles où elle n'intervient que comme une caractéristique de fabrication. Nous verrons ensuite quelques applications spéciales permettant d'expliquer bien des illusions d'optique et des soi disant caprices de la couleur. Enfin, en appréciant les possibilités des méthodes nouvelles que nous allons décrire, vous comprendrez pourquoi nous avons mis jusqu'à ce jour tant de persévérance et de ténacité à les répandre chez les coloristes.

1° Industries ou l'on crée la couleur.

Parmi celles-ci les ateliers de teinture et d'impression tiennent évidemment la première place.

Ici les courbes permettent :

— de définir exactement les colorants et les couleurs,

— d'accepter ou de refuser, lorsque les tolérances ont été fixées, une fabrication plus ou moins conforme au type à reproduire,

— d'indiquer enfin aux coloristes, en cas de

refus, les colorations qui manquent et celles qui sont en excès par rapport au type et, par conséquent, les colorants de correction à employer.

Soit une courbe d'échantillonnage (fig. 3). La courbe A montre que l'échantillon examiné est, par rapport à l'étalon coloré E, donné pour modèle : plus lumineux dans le violet, bleu, vert, jaune, et moins lumineux dans le rouge. Le ton moyen (moyenne des six ordonnées) étant à la cote 106, au-dessus de 100, l'impression d'ensemble donnée par l'échantillon se traduit par :

Plus clair ..... } que l'étalon
Plus vert, moins rouge .... }

Il y a identité entre l'échantillon et l'étalon

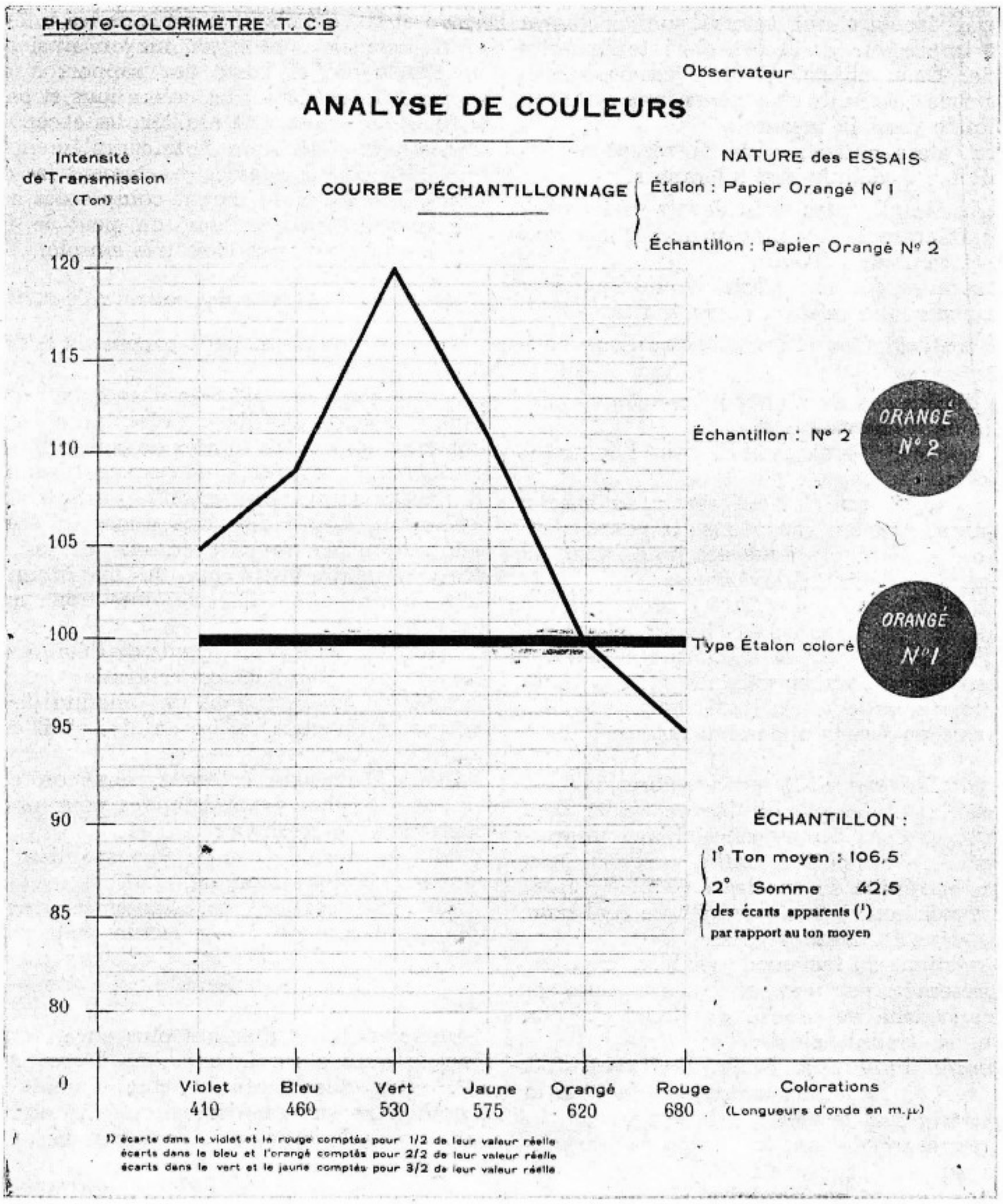


Fig. 3. — Courbe d'échantillonnage.

et reproduction parfaite du type, lorsque la courbe A se confond avec la droite E.

Une superposition rigoureuse est pratiquement impossible en teinture, en raison des nombreux facteurs qui interviennent, comme elle est impossible d'ailleurs dans toute autre industrie. Deux objets ne sont jamais identiques au sens absolu du mot ; c'est une question de décimale dans la mesure.

On est alors amené, pour la réception des échantillons, à définir des tolérances.

Les plus simples paraissent devoir porter sur :
l'écart entre le ton moyen de l'échantillon et celui de l'étalon ;
la somme des six écarts de l'échantillon calculés par rapport à son ton moyen.

Ainsi peuvent être chiffrées entre deux couleurs :

les différences de « clair » ou « foncé », puis de « coloration ».

Plus ces écarts sont grands, plus l'échantillon s'éloigne du type.

Leurs limites, qui doivent servir de base à la réception, peuvent varier avec le genre d'industrie ou la sévérité prévue des juges. C'est là une question de cahier des charges.

Avant de fixer ces limites, il est prudent, toutefois, de tenir compte des imperfections de l'œil. C'est pour l'œil, en effet, que la couleur est créée. Il faut donc le satisfaire et, lorsqu'on échantillonne au colorimètre, transformer les écarts vrais en écarts apparents ou sensibles à l'œil.

La visibilité des différentes colorations est très variable. A énergie lumineuse égale, l'œil ne reçoit pas dans toutes celles-ci une impression égale. Sa sensibilité, nulle par définition à chaque extrémité du spectre « visible », passe par un maximum, à flux énergétique égal pour 550 m.μ dans le jaune verdâtre.

Les variations du facteur de visibilité peuvent être représentées par une courbe, que nous appellerons courbe en cloche de l'œil, qui, en pratique, se traduit ainsi :

A énergie lumineuse égale, l'œil voit très bien le vert et le jaune, assez bien le bleu et l'orangé, très mal le violet et le rouge.

Ainsi les écarts de ton, les fautes de teinture, mesurés au colorimètre dans chacune des radiations ne doivent pas produire, à valeur égale, la même impression sur l'œil. Il faut les corriger en les affectant d'un coefficient facile à calculer. Ensuite chacun peut établir son barème de tolérances en fonction de ses désirs.

Mais, dès que les chiffres sont arrêtés, le colorimètre juge et la guillotine fonctionne.

Corrections de teinture.

Les courbes permettent, avons-nous dit, de calculer les corrections nécessaires pour rapprocher, autant qu'on peut le désirer, l'échantillon d'un étalon donné.

Si l'on se contente de chercher les « manque » et les « excès », il suffit de les interpréter en ne retenant que le ton moyen ainsi que les pointes haute et basse par rapport à ce ton moyen. On en déduit les colorations et par conséquent les colorants à ajouter, les excès se neutralisant par l'addition de la complémentaire.

Si l'on désire calculer exactement les corrections nécessaires en tenant compte des courbes des colorants disponibles, on peut le faire à l'aide d'une règle de trois très simple.

Autres applications des courbes de couleur.

Les courbes permettent encore de définir les concentrations.

Lorsque la concentration d'un colorant en solution varie, sa courbe représentative se déforme entre les droites limites de cote 0 et 100. La deuxième correspond à une concentration nulle et l'autre à une concentration infinie ; la déformation, c'est-à-dire la somme des écarts de colorations par rapport au ton moyen, passe donc obligatoirement par un maximum pour une concentration donnée, que nous appellerons critique.

Sans entrer dans les détails de l'établissement des formules liant les concentrations et les intensités de transmissions en fonction des colorations, qu'il nous suffise de dire qu'il est toujours possible :

Etant donné un colorant, dont on connaît *une* des courbes représentatives pour une concentration déterminée :

Soit de tracer la courbe correspondant à une concentration quelconque.

Soit, inversement, de calculer la concentration correspondant à une lecture faite au colorimètre dans une coloration quelconque.

Les courbes permettent aussi l'étude de la pureté.

Une couleur est d'autant plus pure, donc voisine du monochromatisme, que l'écart d'intensité entre dominante et complémentaire est grand. Plus sur les diagrammes la pointe est nette, plus la dominante est franche, plus la couleur est pure.

L'examen des courbes de concentration montre que la pureté, représentée par l'écart d'intensité entre dominante et complémentaire, varie avec la concentration et passe par un maximum lorsque la déformation des courbes est maxima et correspond par conséquent à la concentration critique. Cette loi, trop souvent méconnue, suffit à expliquer les anomalies « apparentes » dans les tons clairs et les tons foncés d'une gamme de couleur et bien d'autres erreurs d'appréciation.

Les courbes permettent encore l'étude de la luminosité ou degré de clair-foncé et surtout l'étude des solidités des couleurs selon la méthode de M. le Chanoine Pinte, de Roubaix.

Quels que soient, en effet, le cas ou la dégradation envisagés, le phénomène à mesurer est toujours une modification de la nuance.

Si l'on prend donc, pour étalon, la couleur avant exposition aux agents dégradants et, pour échantillon, la même après exposition, toute dégradation peut être représentée graphiquement, à l'aide d'une courbe d'échantillonnage.

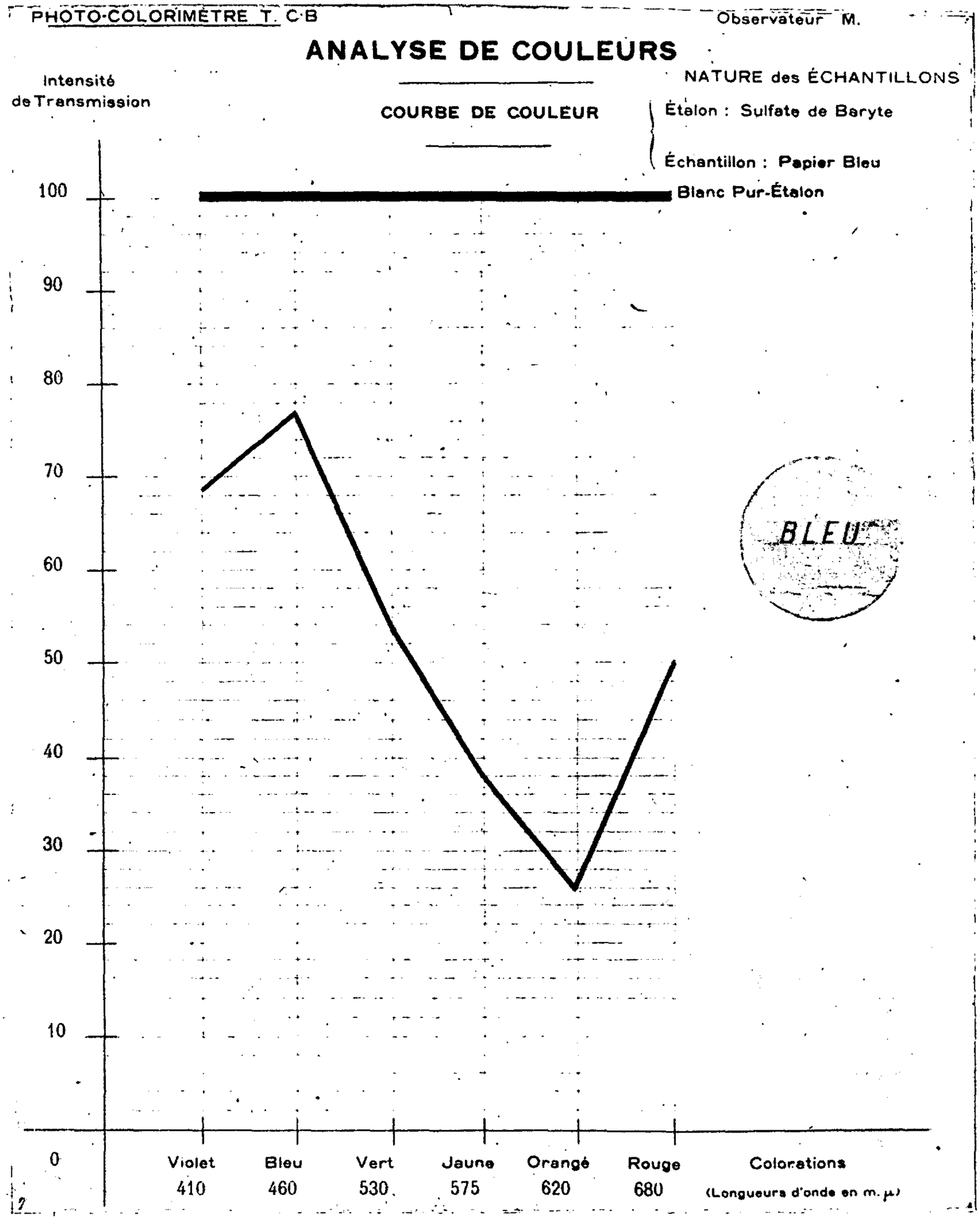


Fig. 4. — Courbe de couleur.

Ainsi, on ne compare plus l'altération d'un colorant donné à celle d'un colorant-type conventionnel, comme on le faisait jusqu'alors ; c'est la dégradation elle-même que l'on mesure. Il suffit de fixer, une fois pour toutes, les conditions dans lesquelles l'agent dégradant doit

intervenir pour que le problème soit bien déterminé, les types repères disparaissant comme par enchantement.

Chaque solidité peut alors être caractérisée par un nombre représentant sur la courbe d'échantillonnage, ou de dégradation, la somme des six écarts d'intensité calculés par rapport à l'étalon (échantillon non dégradé). La comparaison de ces nombres qui, pour la résistance à la lumière par exemple, peuvent varier, après cinquante heures d'insolation, de 10 pour les colorants les plus solides à 1.000 pour les plus fugaces, permet un classement facile des solidités.

L'utilisation des courbes de couleur montre, en particulier dans l'étude des solidités à la lumière, l'erreur de « l'affaiblissement » prétendu obligatoire et met en évidence la décapitation générale des dominantes, avec aplatissement des courbes d'autant plus fort que les pointes sont franches, donc que les couleurs sont pures. Elle permet aussi de montrer le rôle capital joué par la concentration dans la solidité, cette dernière passant par un minimum pour une valeur donnée de la concentration ou plus exactement du ton moyen de l'échantillon que nous appellerons : ton moyen *critique*, généralement voisin de 35 o/o.

Il y aurait encore bien d'autres applications des courbes de couleur à signaler si je ne craignais d'abuser de votre attention. Tous les problèmes de teinture peuvent être traités graphiquement et cette méthode permet, non seulement de toujours les simplifier, mais encore et surtout de prévoir les résultats avant de commencer l'opération.

2° Autres industries.

Ici, sans chercher à reproduire ou à créer la couleur, on l'utilise seulement comme révélateur d'un état déterminé du support.

Il n'est plus question de corrections, mais seulement de comparaisons. Et là encore, comme dans les industries précédentes, la cellule conserve ses avantages. Elle offre même d'autant plus d'intérêt que dans ces nouveaux ateliers où il n'y a pas de vrais coloristes, le personnel souvent ne sait pas échantillonner.

La première erreur, et la plus fréquente, qu'il commet, est de présenter ses échantillons d'une façon incorrecte à la source et à l'œil.

L'éclat ou brillant est confondu avec la clarté de la couleur et il en résulte des fautes lourdes d'appréciation.

Ceux qui ont eu déjà la mission difficile de réceptionner des soieries, des velours ou des vernis ne me contrediront certainement pas.

Avec le photocolorimètre, la mesure du brillant est simple. En faisant successivement deux séries de mesures sous l'angle de réflexion et un angle quelconque de diffusion, on élimine l'effet de couleur et l'on enregistre le brillant indépendamment du ton moyen ce qu'aucun œil, si exercé soit-il, n'est capable de faire.

Dans l'industrie, cette méthode trouve de nombreuses applications :

En dehors des ateliers où l'on apprécie l'éclat d'un mercerisage, d'un soyeux, d'un vernis, etc..., ateliers dépendant des usines fabriquant la couleur, on en trouve bien d'autres où la mesure du brillant a besoin d'être faite avec précision.

C'est le cas des ateliers de polissage, calandrage, glaçage, etc..., ainsi que des laboratoires de métallurgie où l'on étudie par exemple les effets sur les métaux des différents agents physiques ou chimiques, susceptibles d'en altérer le poli.

Avec M. le Professeur Portevin, nous avons eu l'occasion, il y a déjà longtemps, de mesurer ainsi la perte d'éclat par oxydation de certains aciers spéciaux.

Utilisant le même mode opératoire, M. Orcel, au Laboratoire de Minéralogie du Muséum, a établi le diagnostic des différentes espèces minérales opaques, par la mesure du pouvoir réflecteur, si différent d'une espèce à l'autre.

En métallurgie, les courbes de couleurs ont permis encore à M. Portevin de vérifier les effets curieux de l'oxydation par revenu sur acier ordinaires et inoxydables. La colorimétrie permet également de suivre la teneur des mélanges ou alliages, dans le cas général où les constituants sont de couleur différente. Chacun sait comment, pour l'étude des laitons par exemple, on dresse le personnel à apprécier à l'œil le pourcentage de zinc. Les essais montrent que la cellule est plus précise que l'œil si l'on veut se donner la peine de présenter avec soin les échantillons. C'est encore la comparaison d'ensemble d'une famille de courbes : cuivre-antimoine à proportions différentes, qui nous a permis récemment de chiffrer, avec précision, l'apparition d'un antimoniure de cuivre de couleur caractéristique.

La classification des minéraux et des métaux d'après leur couleur peut se faire également à la cellule.

Reconnaissons encore qu'en métallurgie la désignation des températures élevées par la gamme des rouges : naissant, sombre, clair, pivoine, cerise, blanc, etc..., gagnerait en précision si elle était enregistrée autrement qu'à l'œil et que la gamme des infra-rouges elle-même ; puisque la cellule permet de travailler au-delà du spectre visible, serait intéressante à étudier dans l'industrie textile. Pour les vêtements, en effet, le pouvoir isolant contre le froid et le chaud varie comme l'absorption des

infra-rouges et l'on devrait pouvoir en mesurant celle-ci sélectionner facilement les tissus et les teintures selon la protection cherchée.

Sans vouloir entrer dans le détail des applications que la colorimétrie peut trouver dans la plupart des industries, rappelons que la cellule a déjà été pratiquement utilisée pour chiffrer la couleur : des farines, des tabacs, des sucres, des huiles, des produits pharmaceutiques et alimentaires, des verres, des ciments, etc..., et que les chemins de fer l'emploient, eux aussi, pour la réception des verres colorés de signaux. Au réseau de l'Est, en particulier, nous avons vu construire des courbes d'échantillonnage à 21 points avec un photocolorimètre à 21 filtres.

Dans les Laboratoires, le photocolorimètre sert journellement à des expertises de tous ordres ; au Musée du Louvre, avec la méthode de M. Cellerier, pour l'authentification des peintures par comparaison avec des couleurs de l'époque, à la Préfecture de Police pour les expertises, dans les Laboratoires médicaux, etc.

Enfin, et ceci ne peut qu'augmenter notre confiance dans le papier-monnaie, le Laboratoire du Ministère des Finances et la Banque de France elle-même contrôlent à la cellule la couleur de nos billets.

Nous pourrions encore, si nous n'étions pressé par le temps, montrer de nombreuses applications curieuses de nos courbes. Nous pourrions, en particulier, examiner comment leur interprétation aux bords de l'invisible permet de comprendre la couleur en décelant ses pièges ainsi que les dangers de l'inconstance de la source et de l'œil. Disons seulement qu'une longue expérience nous autorise à affirmer que les courbes constituent, pour les coloristes, un instrument de travail remarquable. Indispensable, même, si l'on admet qu'il est illusoire de prétendre créer une chose aussi complexe que la couleur sans la connaître et paradoxal d'en vouloir faire la synthèse avant l'analyse.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Spectres Raman et chimie. — La Chemical Society a organisé, en février 1933, une discussion sur la signification chimique de l'effet Raman (1).

On sait que le phénomène fut découvert en 1928, par Raman, au cours d'une étude de la diffusion de la lumière par les liquides. Raman s'aperçut que, sous illumination monochromatique, certaines substances, notamment le benzène, fournissent par diffusion, outre la lumière de longueur d'onde inaltérée, qui représente la diffusion Rayleigh normale, d'autres raies de fréquence différente.

Pour étudier les raies Raman, dont l'intensité est d'ailleurs très faible, on illumine la substance à examiner au moyen de l'arc à mercure, aussi énergiquement que possible. Les radiations sont isolées par des filtres de lumière appropriés. A l'aide d'un spectrographe à grande ouverture, on examine la lumière diffusée à angle droit de la direction d'illumination. Des poses allant jusqu'à une cinquantaine d'heures sont, en général, nécessaires.

Les écarts des fréquences des raies Raman à la fréquence excitatrice sont indépendants de cette fréquence et caractérisent le liquide diffusant. En outre, ils se relient aux fréquences d'absorption infra-rouge. comme on le voit nettement, par exemple, dans le cas de l'acide chlorhydrique.

Dans un certain nombre de molécules différentes, on a pu relier les écarts Raman à l'existence de groupes vibratoires donnés. C'est ainsi que, dans beaucoup de molécules organiques, on a caractérisé les groupes CH^4, CH^3OH, C^6H^6 ou encore la liaison C—H. La liaison C=O a été trouvée à se manifester diversement, selon qu'il s'agit de cétones ou d'esters. La double liaison entre atomes de carbone s'accuse encore par effet Raman.

L'effet Raman permet donc d'augurer, dans une large mesure, des formules de constitution des corps. Par exemple, dans le cas de l'oxyde de carbone, il conduit à présumer une triple liaison. Dans le cas de l'ester acétoacétique, il suggère l'existence de deux formes tautomères. D'autre part, d'après son spectre Raman, l'acide azotique concentré correspondrait à la formule NO^2OH, formule qui rend bien compte de son action éventuelle de nitration sur les composés organiques. S. V.

(1) *Nature* (de Londres), 25 février 1933.

Chimie physique

Solutions solides et mélanges liquides. — La British Association, dont la session de septembre 1932 s'est tenue à York, avait convié un certain nombre de personnalités à une discussion sur les solutions solides et les mélanges liquides (1).

Le Prof. Desch a attiré l'attention sur l'importance des solutions solides en métallurgie. Les solutions qui, stables à haute température, se résolvent au refroidissement en phases plus ou moins nombreuses, sont de deux types. Dans le type le plus usuel, la phase en formation se sépare de la solution précisément comme un sel cristalliserait à partir de l'eau. Dans les systèmes fer-carbone et fer-nickel, par exemple, il y a migration de nickel dans

(1) *Nature* (de Londres), 8 octobre 1932.

la phase solide. Les choses en vont autrement, par exemple, dans les alliages or-cuivre; on trouve alors une solution solide homogène, comprenant dans son réseau les atomes du métal dissous, distribués statistiquement. Au refroidissement, un nouvel arrangement s'établit, les atomes dissous occupant des positions régulières et formant un super-réseau.

Les mélanges liquides ont fait l'objet d'une communication du Prof. Irvine Masson, où seuls ont été considérés les non-électrolytes, dont les mélanges peuvent former des composés intermoléculaires. On interprète les écarts de ces mélanges à un mélange idéal comme un indice d'interaction chimique, ou formation de composé, en tenant compte, d'autre part, des forces de cohésion de Van der Waals et du couplage électrique des moléculaires polaires. Masson attribue les forces de Van der Waals à une polarisation transitoire des forces non polaires. Tandis que par couplage bout à bout, les molécules polaires fournissent un complexe de moment électrique élevé, au contraire, dans le couplage latéral, les deux polarités individuelles tendent à se neutraliser. Masson ne partage pas l'opinion de Langmuir, qui regarde les cohésions mutuelles des molécules comme fonctions additives de leur constitution chimique.

Le Prof. G. Kendall a présenté un mémoire sur les composés qui se forment dans les mélanges liquides, et qui peuvent être, soit des composés d'addition, soit des composés de substitution. Dans le système acide acétique-aniline, qui fournit un exemple de composés d'addition, il y a accroissement de la complexité moléculaire, avec des propriétés d'ensemble notoirement différentes de la moyenne des propriétés des composants. D'autre part, dans les composés de substitution, fournis par le système phénol-crésol, il n'y a pas accroissement de la complexité moléculaire. En outre, les courbes qui expriment les propriétés physiques en fonction de la composition sont approximativement linéaires.

Tandis que, pour les composés d'addition, le taux de formation des composés augmente avec la diversité du caractère électrochimique des radicaux des composants, au contraire, pour les composés de substitution, le facteur dominant est la similitude des radicaux, partie de la molécule associée étant remplacée par des groupements équivalents. Kendall illustre ces généralités par la considération des systèmes ternaires eau-alcool-acétate d'éthyle et eau-alcool-éther.

Sigdwick, prenant enfin la parole, a discerné entre substances associées et non-associées.

Les substances associées jouissent d'une polarisation moléculaire qui, pour des concentrations croissantes, s'élève jusqu'à un maximum, pour décroître ensuite.

Pour les substances non associées, l'association moléculaire décroît à mesure que la concentration augmente, depuis une dilution infinie. L'hypothèse de la formation de molécules doubles non polaires a permis de déterminer le degré d'association. En examinant le nitrobenzène dans différents solvants, sulfure de carbone, benzène, tétrachlorure de carbone, cyclohexane, on a constaté que son degré d'association diminue avec la constante diélectrique du solvant.

S. V.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

L'allègement du Diesel marin. — Le développement remarquable du moteur à combustion dans la navigation maritime a eu pour conséquence de faire de cette application spéciale une source et un stimulant énergiques de progrès, ainsi qu'il en a été pour la machine à vapeur dès ses origines jusqu'à la période la plus récente. Les constructeurs de Diesel s'efforcent de plus en plus, heureusement, à serrer de près les difficultés que soulève la réalisation d'un bon moteur de propulsion, exactement adapté aux conditions essentielles de sa fonction. L'origine de l'application marine du Diesel n'est certes pas lointaine ; il serait cependant, d'ores et déjà, bien instructif de comparer les types qui se sont succédés et d'enregistrer les changements significatifs qui ont marqué cette courte période. De la plupart de ceux-ci, j'ai entretenu, à maintes reprises, à cette même place, les lecteurs de la *Revue*. Je me bornerai à rappeler, pour me limiter à l'une des transformations les plus considérables, la substitution de la pulvérisation mécanique à la pulvérisation par air comprimé, qui constituait cependant l'une des caractéristiques fondamentales du moteur Diesel. En dépit des idées reçues, l'injection mécanique tend de plus en plus à devenir la règle, même pour les moteurs puissants. Mais de toutes les tendances actuelles, la plus accusée est certainement celle qui concerne l'accroissement du nombre de tours et qui conditionne le plus directement la réalisation d'une qualité des plus essentielles pour le moteur marin : la réduction du poids par cheval. La recherche de l'allègement pose des problèmes métallurgiques considérables, l'accroissement de l'allure de rotation et, corrélativement, de la vitesse de piston nécessitant l'emploi de matériaux spéciaux à haute résistance.

De l'ordre de 250 à 300 tours, adapté il y a une dizaine d'années pour les moteurs dits rapides (l'allure des moteurs lourds ou lents étant d'une centaine de tours), on en est venu à atteindre et dépasser celui de 400 à 500 tours. Alors que la prudence semblait devoir limiter les vitesses de piston à des maxima de 210 à 240 mètres par minute, les chiffres de 300 à 340 mètres ont paru bien vite parfaitement acceptables. Aujourd'hui, des moteurs spécialement étudiés tournent à des allures et avec des vitesses de piston sensiblement doubles.

Toutefois, ces derniers résultats se réfèrent à des moteurs construits en vue d'une destination particulière, pour laquelle la considération de la légèreté prime toutes les autres. Leur réalisation n'en est pas moins instructive, pour qui considère le développement d'une tendance des plus caractéristiques de la construction récente. Avec l'emploi de l'acier doux, on était arrivé à réduire le poids par cheval effectif aux environs de 40 à 50 kilos, suivant la puissance du moteur et le type de celui-ci. Il était impossible de réaliser un allègement plus considérable sans diminuer le coefficient de sécurité strictement indispensable pour un fonctionnement satisfaisant. Tous les moteurs légers, c'est-à-dire ceux dont le poids unitaire ne doit pas dépasser de 25 à 30 kilos, utilisent donc des matériaux sspéciaux, tels que les aciers à haute résistance pour les pièces soumises à des efforts élevés et des alliages de métaux légers pour celles qui ne subissent que des efforts faibles. L'emploi de ces matériaux entraîne, bien entendu, des modifications du tracé des pièces, étudiées en considération des méthodes d'usinage et de fabrication.

Ce sont précisément ces procédés et méthodes qui ont fait l'objet d'une évolution très remarquable, en même

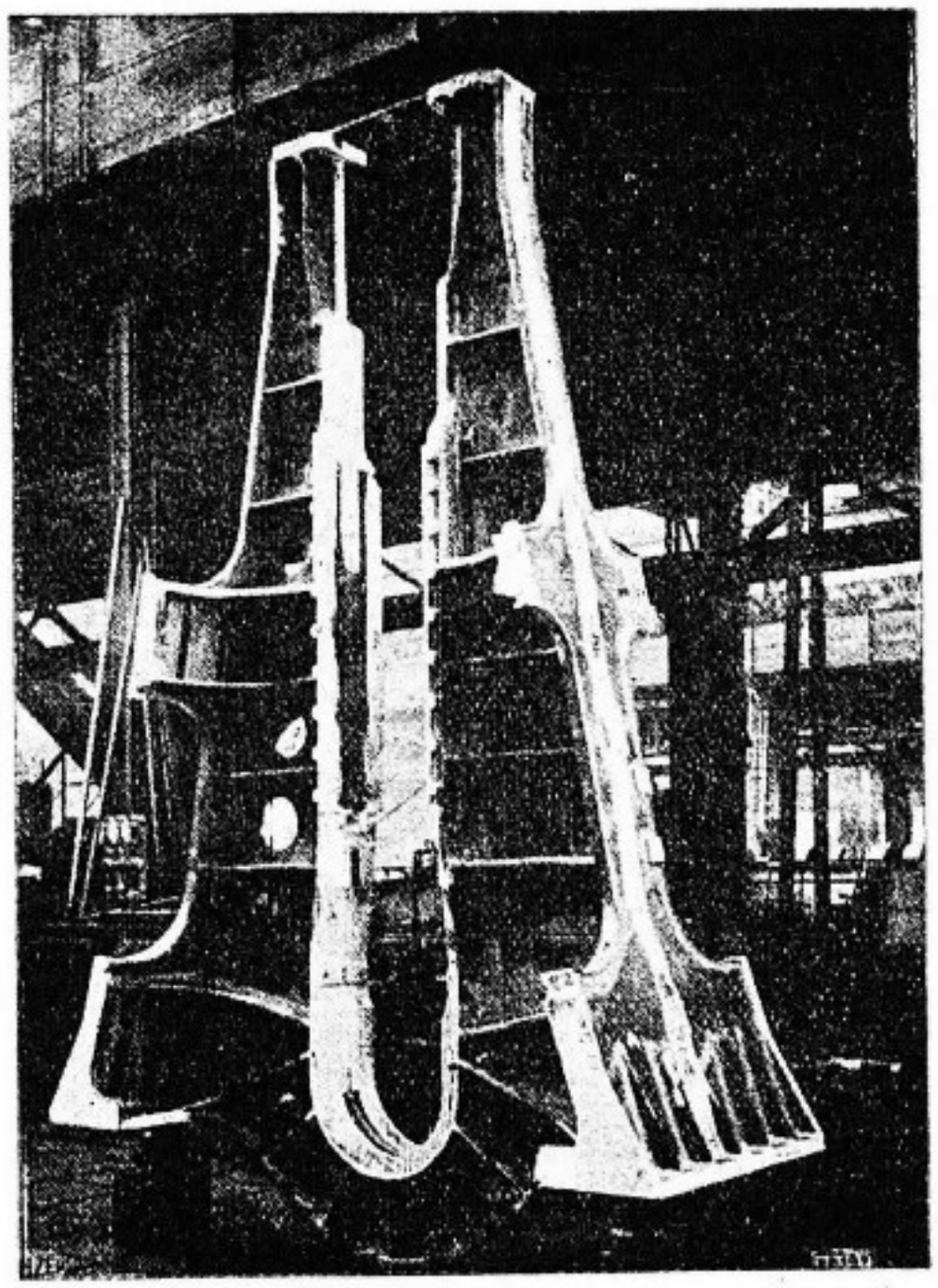


Fig. 1
Bâti en tôles soudées pour moteurs de 6.000 CV. (Sulzer).

temps que l'usage des moteurs rapides, à peu près exclusivement réservé auparavant à la propulsion des sous-marins, commençait à être envisagé pour les circonstances ordinaires de la navigation.

Comme exemples de moteurs extrêmement allégés, on peut citer les types réalisés par les Etablissements Sulzer, à Saint-Denis, au cours des deux dernières années. En particulier, un moteur à double effet et à deux temps, à trois cylindres de 680 m/m d'alésage, qui développe 6.000 cv. à 265 tours, réalise le poids par cheval (sur l'arbre) très remarquable de 10 kgs 5 à 11 kilos. Les moteurs de ce genre sont supportés par des bâtis constitués par des tôles d'acier assemblées par soudure électrique ; ce mode de construction permet de répartir plus logiquement le poids de métal utilisé, d'où une réduction sensible du poids (fig. 1).

Le poids par cheval de l'ordre de 10 kilos, réalisé entre 8 et 12 kilos pour quelques moteurs de construction récente, tels que ceux des croiseurs allemands *Deutschland* et *Brême*, représente-t-il un terme, tout au moins provisoire, dans la poursuite de l'allègement ? Les vitesses de piston réalisées par ces derniers appareils varient de 520 à 550 mètres par minute. On sait que la vitesse de piston est limitée par la considération de la pression sur la surface de la soie de manivelle. Les pressions d'inertie, qui sont sensiblement inférieures à la pression des gaz aux faibles vitesses, ne tardent pas à dépasser celle-ci lorsque l'allure s'accélère ; c'est pourquoi il est alors nécessaire de réduire le poids des parties mobiles, grâce à l'emploi de matériaux spéciaux et à l'adoption de formes évidées.

Un technicien anglais, M. A.-F. Evans, qui a consacré à l'étude des moteurs rapides un mémoire très documenté, qu'il a présenté en octobre dernier à l'*Institute of Marine Engineers* (résumé dans le *Bulletin technique du Bureau Veritas* de janvier 33), considère que la pression sur la soie, compatible avec les dispositions usuelles de la construction, ne doit pas s'élever au-dessus d'un maximum qu'il évalue à 105 kilos par centimètre carré. En adaptant pour les pieds de bielle la forme en mâchoire avec quatre boulons, qui donne à la fois plus de légèreté et plus de rigidité, en employant pour l'arbre un acier au nickel chromé et pour la bielle un bronze à haute résistance avec une garniture très mince de métal blanc, le tout parfaitement usiné, la pression sur la soie peut être portée à 210 kilos.

D'autre part, M. Evans donne des précisions intéressantes sur un certain nombre de moteurs nouveaux et, en particulier, sur un moteur *Low*, dont les études sont très avancées. On a réalisé ici une augmentation très considérable de la vitesse de piston, grâce à une conception nouvelle du mécanisme, qui tend à obtenir que les pressions d'inertie soient à chaque instant annulées par la pression des gaz. Dans ces conditions, la vitesse de piston

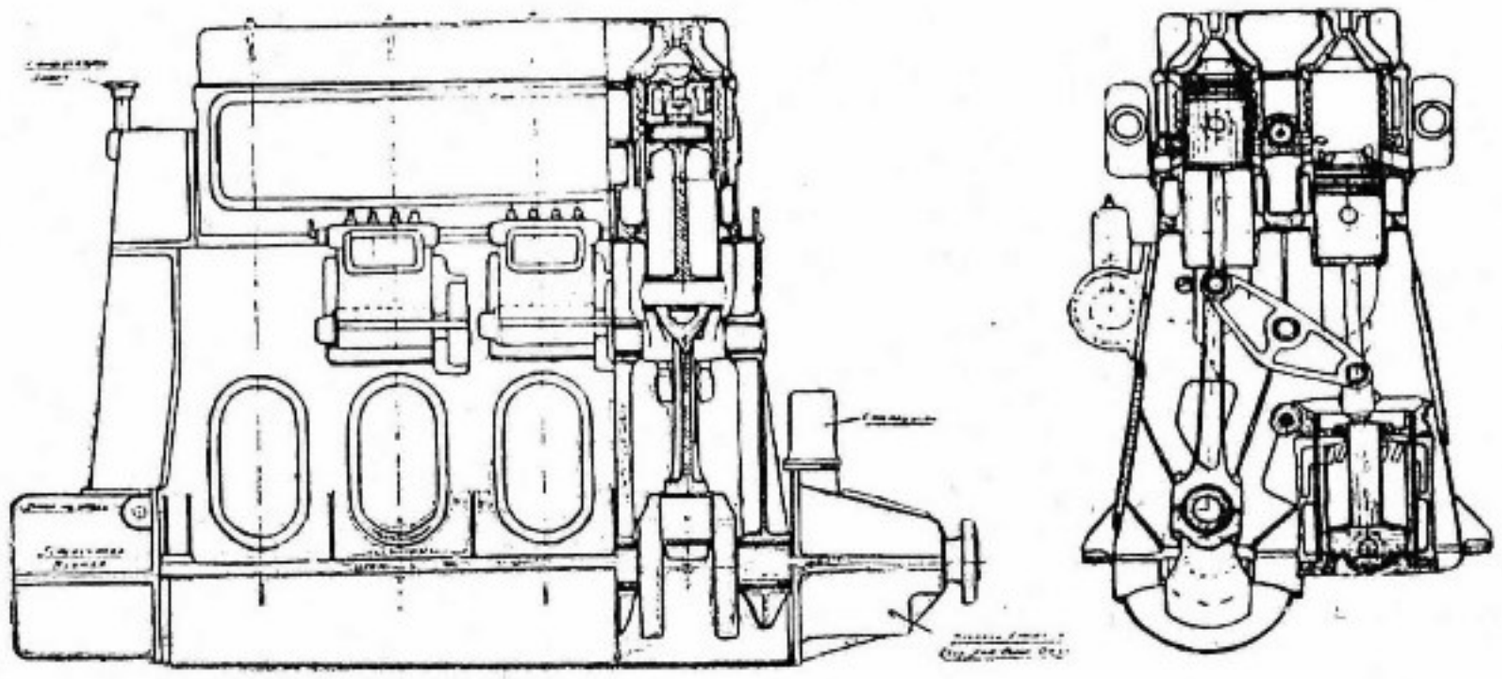


Fig. 2. — Plan Schématique d'un moteur *Low* de 600 CV. Nombre de tours 2 400. Vitesse du piston 915 mètres.

a pu être à peu près doublée, par rapport à celle des moteurs les plus rapides, sans augmentation de la pression sur la soie de manivelle.

L'originalité de la conception de ce moteur consiste en ce que chaque manivelle est actionnée par deux pistons qui se déplacent dans deux cylindres disposés parallèlement et normalement à l'arbre. L'un de ces pistons actionne directement la bielle et l'autre agit sur elle par l'intermédiaire d'un balancier, dont l'extrémité actionne également la pompe de balayage (fig. 2).

Le moteur comporte 4 manivelles, par conséquent 8 cylindres, de 133 d'alésage et 191 de course ; il développe 600 CV. à 2 400 tours. La vitesse de piston atteint ainsi 915 mètres. L'encombrement total est réduit à 1 m. 90 en longueur, sur 0 m. 58 en largeur et 1 m. 32 en hauteur ; le poids par cheval n'est que de 1 kg 82. Les pressions d'inertie et des gaz s'équilibrant à peu près à l'allure maximum, les soies sont très peu chargées. Les bielles sont en acier spécial, comme sur les moteurs d'automobile, les pistons en aluminium, les chemises en acier nitruré, l'arbre-manivelle en nickel chromé.

M. Evans envisage, d'une façon générale, la possibilité d'augmenter encore les vitesses et les pressions, avec réduction corrélative du poids, par une transformation des dispositifs classiques actuels des moteurs à combustion.

Louis Basso.

Géologie

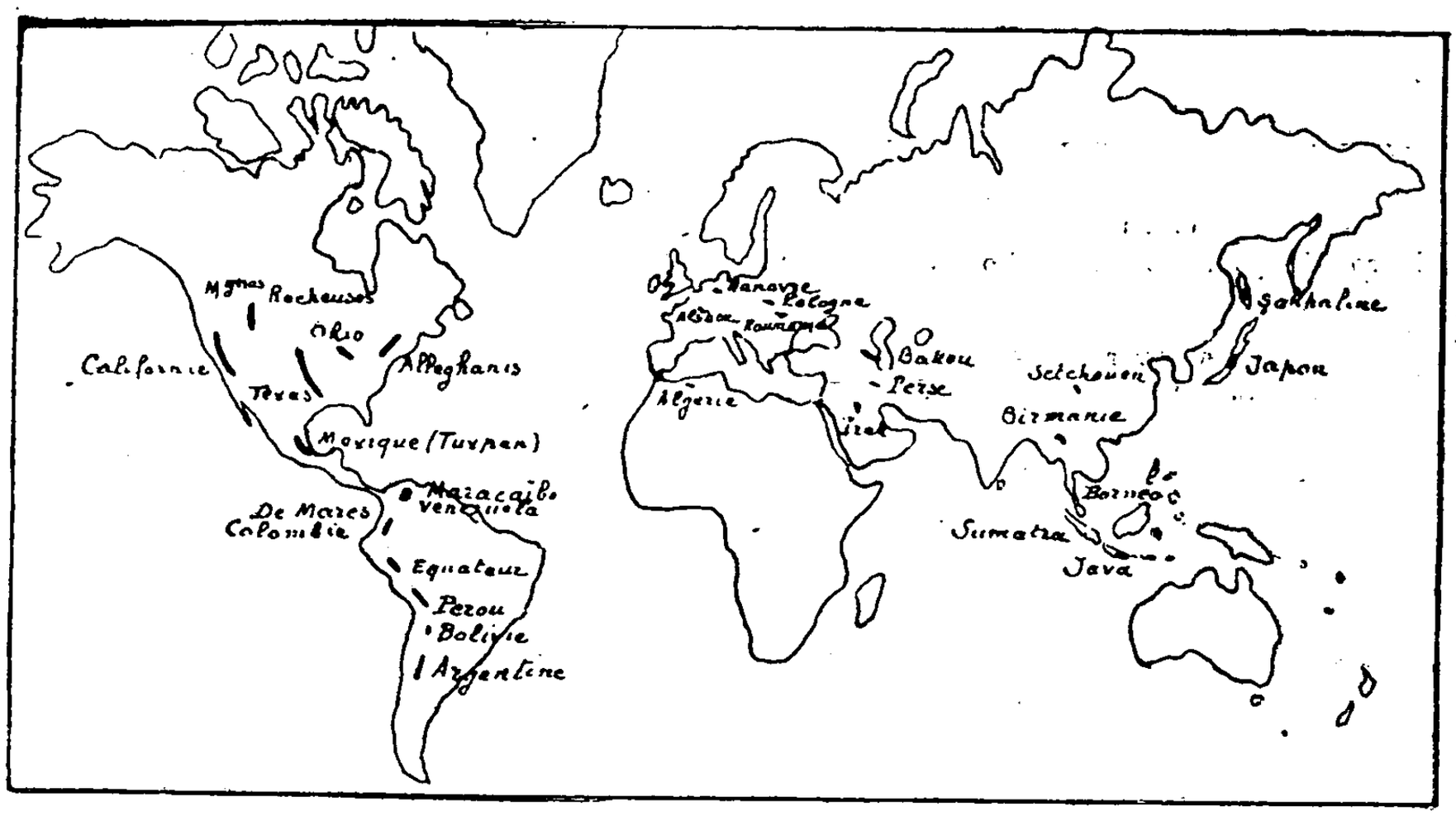
Le pétrole. Production. Ressources. — Toutes les évaluations faites précédemment des réserves de pétrole que le globe pouvait renfermer ont été si manifestement démenties par les diverses découvertes, qu'aujourd'hui personne n'ose plus s'aventurer dans cette voie. On cite à ce sujet le graphique publié en 1925 par l'Américain Pétroléum Institute où sont tracées, d'une part, la courbe des estimations successives des réserves américaines, par l'U. S. Géological Survey et d'autre part, la courbe d'extraction des pétroles. La conclusion logique de ces deux courbes, sensiblement parallèles, est que plus on tire du pétrole du sous-sol américain, plus il en reste !

Ce que, par contre, on connaît d'une façon indéniable, ce sont les chiffres de production. Ils ont toujours cru jusqu'en 1929, date où pour la première fois ils ont dépassé 200 millions de tonnes pour le monde entier et si depuis il y a régression comme l'indique le tableau ci-joint elle est volontaire, la crise générale ayant sensiblement diminué la consommation.

Si on établit une comparaison avec la production houillère, elle est encore sérieusement à l'avantage des combustibles avec 1 milliard de tonnes (il y a eu 1300 millions en 1929).

Les gisements actuellement connus de pétrole sont à peu près tous localisés aux alentours des grandes fractures géologiques de l'écorce terrestre, aussi de plus en plus s'accrédite l'idée de leur formation chimico-organique. Les « roches-mères » véritables dépôts sédimentaires très chargés d'organismes microscopiques se rattachant au plankton marin, sous l'influence de pressions et de températures développées par les mouvements orogéniques ont subi des transformations et les hydrocarbures qu'elles renfermaient se sont condensés en pétroles liquides. Il s'est passé naturellement en-dessous de sédiments imperméables une opération analogue mais d'une toute autre envergure à celle que nous pratiquons quand nous distillons les roches hydrocarburées.

Il y a donc parenté très étroite entre les huiles qui sortent des puits et sondages à pétrole et les roches qu'on dénomme fréquemment « *hydrocarbures solides* », mais auxquelles conviendrait mieux l'appellation de « *pyroschistes* « ; celles-là dérivant de celles-ci. Il y aura donc



Principaux gîtes pétrolifères actuellement connus.

des différences considérables dans les évaluations des ressources pétrolifères suivant qu'on y fera entrer ou non ces pyroschistes.

Sitôt qu'on aborde la question de l'approvisionnement du monde en pétrole, les deux éléments d'appréciation sont aussi vagues l'un que l'autre : d'une part, l'incertitude des richesses profondes et des zones encore non fouillées et, d'autre part, la courbe de consommation à venir. Nous savons que la tendance est d'évaluer entre cinquante

et cent années la durée certaine de cet approvisionnement. Or là, on ne fait intervenir que les pétroles liquides; en y ajoutant les pyroschistes, on peut largement multiplier les chiffres précédents par 5, ce qui à notre avis devrait inciter dès maintenant à ne pas les dédaigner.

V. C.

Production mondiale de pétrole brut en tonnes métriques

	1931	%	1930	%	1929	%
Etats-Unis	121.467.850	62,1	128.287.280	63,7	143.903.280	67,8
Russie	23.128.570	11,6	17.936.570	8,9	14.215.285	6,7
Vénézuela	16.967.140	8,7	19.524.410	9,7	19.638.850	9,3
Roumanie	6.800.000	3,5	5.946.285	3,0	4.965.428	2,3
Perse	6.328.571	3,2	6.546.857	3,3	6.020.714	2,8
Indes Néerlandaises	5.071.428	2,6	5.961.285	3,0	5.611.285	2,6
Mexique	4.719.857	2,4	5.647.142	2,8	6.384.000	3,0
Colombie	2.605.285	1,3	1.286.000	0,6	1.341.575	0,6
Argentine	1.658.285	0,8	2.906.571	1,4	2.912.142	1,4
Pérou	1.443.714	0,7	1.778.428	1,0	1.917.428	1,0
Trinité	1.395.571	0,7	1.345.571	0,7	1.245.142	0,6
Indes britanniques	1.170.000	0,6	1.184.571	0,6	1.249.571	0,6
Pologne	620.000	0,3	700.571	0,3	712.571	0,3
Bornéo	527.000	0,3	701.000	0,3	755.714	0,4
Sakhaline	320.000	0,2	257.855	0,1	162.000	0,1
Japon	284.285	0,2	278.571	0,1	289.000	0,1
Egypte	278.000	0,2	285.142	0,1	266.857	0,1
Equateur	250.142	0,2	221.857	0,1	197.285	0,1
Allemagne	234.714		168.857		100.531	
Canada	226.285		217.428		159.571	
Irak	128.571		130.428		114.000	
France	73.857	0,4	74.714	0,3	76.428	0,2
Tchécoslovaquie	26.428		22.428		13.285	
Italie	20.714		8.428		6.428	
Bolivie	3.571		8.000		»	
Autres pays	7.143		8.000		8.285	
	195.756.981	100	201.434.249	100	212.266.655	100

Alimentation

Le nuoc-mam. — Tout le monde aujourd'hui connaît plus ou moins le nuoc-mam, non pour en avoir consommé ni même pour en avoir vu, mais parce que tous les écrivains ayant fait leur tour d'Extrême-Orient, ont célébré les mérites de cette sorte de jus de poisson, d'un usage alimentaire si répandu dans notre colonie indo-chinoise, particulièrement en Annam et au Tonkin.

Le nuoc-mam peut être obtenu à partir de divers poissons, plus spécialement à partir de petits clupéidés, comme la sardine du Japon, *clupanodon melanostica*. Il résulte, non pas d'une putréfaction bactérienne, mais d'une autolyse diastasique de la chair, en milieu salé. Les conditions de ce phénomène ont donné lieu à d'intéressantes études scientifiques, notamment de la part de M. B. Rosé qui, seul ou en collaboration avec MM. Brémond et Mesnard, publia de 1919 à 1921, dans les *Annales de l'Institut Pasteur* et dans le *Bulletin de la Société Scientifique d'Hygiène alimentaire*, plusieurs mémoires sur ce sujet.

Du fait même de son mode de préparation, le nuoc-mam peut avoir une composition très variable. Suivant le degré auquel l'autolyse aura été poussée, le rendement sera plus ou moins élevé et, dans le produit obtenu, la dégradation des matières protéiques aura donné lieu à une gamme de substances, depuis les polypeptides jusqu'aux sels ammoniacaux, en passant par les acides aminés, dont les proportions relatives seront très différentes.

L'appréciation exacte, sur une base chimique, de la valeur d'un nuoc-mam, ainsi que la recherche des fraudes dont il a pu être l'objet, exigent donc la détermination quantitative aussi précise que possible, non seulement de l'azote total qu'il contient, mais encore des différentes formes de combinaison sous lesquelles cet azote se présente.

C'est à l'étude de ce problème que se sont consacrés MM. J.-C. Peirier, directeur du Laboratoire d'Hygiène et de Répression des fraudes du Tonkin, à Hanoï, et Nguyen-Kim-Kinh, chimiste à ce Laboratoire. Les résultats de leurs laborieuses recherches viennent d'être publiés dans les *Annales des falsifications*, numéro de janvier 1933.

La technique mise au point par eux — et qui pourra être appliquée avec profit en bien d'autres cas — repose essentiellement sur une série de titrages effectués en présence de divers indicateurs colorés, vivant à des *p*H bien définis. Elle illustre donc, une fois de plus, la valeur de cette notion du pH (concentrataion des solutions en ions hydrogène) qui s'est déjà montrée si féconde en chimie et en biologie.

Ainsi, comme l'a montré Harris, la thymolphtaléine, qui vire au bleu pour *p*H = 9,3, permet de doser (en milieu alcoolique à 80°) toutes les fonctions carboxylées d'un liquide de digestion pepsique ou trypsique. Dans ce même liquide, on pourra ensuite doser les fonctions aminées par titrage acidimétrique en retour, grâce à l'addition de rouge de méthyle qui vire au rouge pour *p*H = 5,5.

Il nous est impossible de détailler ici cette technique,

d'exécution facile, mais dont la description est assez compliquée et ne s'adresse, d'ailleurs, qu'aux praticiens de laboratoire.

Les auteurs aboutissent aux conclusions pratiques suivantes :

Dans un nuoc-mam loyal et bien préparé, le taux des chlorures doit être de 200 gr. par litre, avec tolérance de 10 % au moins ; celui de l'azote ammoniacal, de 13 à 15 % de l'azote total ; celui de l'azote organique, de 85 à 87 % de l'azote total. L'azote organique doit être constitué de 85 % d'acides aminés et de polypeptides, dont 5 % d'acides diaminés ; les 15 % restants de l'azote organique étant représentés par 12 % d'azote uréique, 1,5 % d'azote nucléinique et 1,5 % d'azote créatinique.

En ce qui concerne la teneur en azote total, les auteurs ont constaté ou confirmé qu'elle est de 12 à 15 o/oo dans les nuoc-mams « bien constitués » de l'Indochine. Ils estiment que les nuoc-mams tonkinois ne titrant que 3 à 5 o/oo d'azote total devraient être sinon exclus de la circulation et de la consommation, du moins unifiés et rehaussés au taux sus-indiqué.

Ces données pourront servir à réglementer d'une façon précise le commerce d'un produit de très haut intérêt pour la population indigène et dont on a démontré maintes fois la pauvreté en substances assimilables ou la mauvaise conservation. G. H.

Statistique

La sériciculture en France en 1932. — Voici, d'après le Bulletin de l'Office des Renseignements agricoles du 1er mars, les résultats définitifs de la production de cocons de vers à soie en 1932.

La production est en kilos de cocons frais, le rendement, par 25 grammes de « graine ».

Les principaux départements producteurs sont :

	Production en kgr.	Rendement moyen en kgr.
Gard	389.242	45
Ardèche	350.230	48
Drôme	98.881	51
Var	48.267	68
Lozère	26.780	37
Vaucluse	22.311	51
Basses-Alpes	20.709	63,9
Hérault	10.202	39
Corse	6.383	58
Isère	4.562	33
Hautes-Alpes	3.483	74
Bouches-du-Rhône	3.164	39

Les départements qui suivent produisent moins de 1.000 kilos :

Tarn-et-Garonne (648 kgs), Alpes-Maritimes (568), Aude, Lot-et-Garonne, Tarn, Savoie, Haute-Garonne (189), Ain, Lot (10 kgs).

Les prix du kilo ont varié de 6 à 10 francs, selon les départements.

D'une façon générale, la production française des cocons va en diminuant constamment, comme en témoignent les nombres suivants :

1913	4.423.000 kgs.
1927	3.655.000 —
1928	2.688.000 —
1929	2.535.000 —
1930	1.827.000 —
1931	996.000 —
1932	986.000 — L. R.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 15 mai 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S. Kierst* et *E. Szpilrajn* (prés. par M. E. Borel). — **Sur certaines singularités des fonctions analytiques uniformes.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *A. Lindenbaum* (prés. par M. E. Borel). — **Sur les superpositions des fonctions représentables analytiquement.**

— *G. Valiron* (prés. par M. E. Borel). — **Sur une classe de fonctions entières admettant deux directions de Borel d'ordre ρ divergent.**

GÉOMÉTRIE. — *L. Pomey* (prés. par M. L. Lecornu). — **Sur les involutions du troisième ordre.**

MÉCANIQUE. — *H. Pailloux* (prés. par M. E. Jouguet). — **Sur les percussions dans les fils.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *A. Gay* (prés. par M. H. Villat). — **Vagues permanentes dans un canal circulaire à section quelconque.**

— *M. Luntz* et *P. Schwarz* (prés par M. H. Villat). — **Le mouvement d'un fluide visqueux autour d'un cylindre en rotation uniforme et la loi de similitude.**

AÉRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *M. Roger* (prés. par M. E. Jouguet). — **Sur un nouvel indicateur d'angle d'attaque.**

AVIATION. — *A. Etevé* (prés. par M. E. Jouguet). — **Le pilotage automatique des avions.**

L'auteur démontre que les résultats acquis avec un avion n'ayant subi aucune modification, ayant une grande dureté de manœuvre et des volets de gouvernail non équilibrés et non compensés, prouvent que les anémogirouettes sont aptes à réaliser un pilotage automatique concret, sous réserve d'établir entre la girouette et la commande de l'anémomètre une liaison appropriée.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *P. Savel* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur les rayonnements excités par les rayons α dans le fluor.**

PHYSIQUE. — *P. Brémond* (prés. par M. G. Urbain) — **Sur la viscosité des gaz aux températures élevées.**

Un tableau donne les coefficients de viscosité mesurés et calculés pour l'air et l'anhydride carbonique. La moyenne des différences, en valeurs absolues, entre les valeurs calculées et observées est, pour l'air, de 1,16 % de la valeur de η_T et pour Co^2, 1,39 %. La loi de Sutherland appliquée avec les constantes indiquées dans le tableau, semble bien concorder avec l'expérience jusqu'aux températures élevées.

ÉLECTRONIQUE. — *J.-P. Placinteanu* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur la masse du neutron.**

SPECTROSCOPIE. — *A. Jonescu* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la structure fine des bandes d'absorption du bioxyde de soufre dans l'ultraviolet.**

La structure a été analysée aux environs de 3000 Å, en utilisant les spectres de premier et de deuxième ordre d'un réseau de Rawland. Elle présente trois types différents :

a) Bandes parallèles ayant seulement des branches P ;
b) Bandes parallèles avec des branches P et R ;
c) Bandes perpendiculaires.

— *R. Zouckermann* (prés. par M. Cotton). — **Spectre en haute fréquence de l'argon en présence du mercure.**

Cette étude montre que le mécanisme de la décharge semble être le suivant : les électrons s'accélèrent jusqu'aux potentiels métastables de l'argon (11,51 et 11,70 volts). Les atomes d'argon excités aux niveaux métastables par un premier choc peuvent être portés à un niveau plus élevé, ou ionisés, par un second choc électronique. Mais en présence du mercure, les atomes de mercure sont ionisés par les atomes métastables d'argon, ce qui augmente la conductibilité du tube, fait apparaître le spectre du mercure et affaiblit celui de l'argon.

ÉLECTROCHIMIE. — *C. Béchard* (prés. par M. G. Urbain). — **Emploi d'anodes bimétalliques dans la synthèse électrolytique des alliages.**

L'auteur a cherché si, en faisant varier les surfaces relatives des métaux simples employés comme anodes, la composition du dépôt cathodique variait parallèlement. Les expériences ont été faites sur les dépôts d'alliages cuivre-zinc, en utilisant des anodes bimétalliques formées d'une lame de cuivre et d'une lame de zinc dont le rapport des surfaces pouvait être fixé à volonté.

RADIOACTIVITÉ. — *S. Rosenblum* et *P. Chevallier* (prés. par M. Cotton). — **Mesure directe des intensités de la structure fine des rayons α.**

Des groupes de rayons α, supposés isocinétiques, sont en réalité complexes. L'intensité relative de chacune des composantes présentant actuellement un intérêt théorique, les auteurs en ont fait une étude à l'aide d'un dispositif spécial qu'ils décrivent dans cette Note.

CHIMIE PHYSIQUE. — *P. Lafitte* et *H. Picard* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la température d'inflammation des mélanges d'ammoniac et d'air.**

Par des teneurs croissantes en ammoniac, la température d'inflammation décroît d'abord très rapidement, puis passe par un minimum très net aux environs de 23-25 % d'ammoniac, et enfin croît d'une manière sensiblement linéaire. Quelle que soit la concentration du mélange la température d'inflammation est toujours supérieure à 917°.

— *F. Bourion* et *O. Hun* (prés. par M. G. Urbain). — **Détermination cryoscopique de l'hydratation globale des ions du chlorure de sodium.**

Cette étude complète celle relative au chlorure de potassium (*C. R.*, 196, 1933, p. 1015). En comparant les résultats fournis par les solutions des chlorures de potassium et de sodium, on voit que les ions sodium sont notablement plus hydratés que les ions potassium.

— *Mlle S. Veil* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la précipitation rayonnée du carbonate de strontium.**

— *Mme Ramart-Lucas* et *Rabaté* (prés. par M. G. Bertrand). — **Structure des esétérosides d'après leurs spectres d'absorption.**

Ces premières recherches permettent de montrer que non seulement on peut, dans beaucoup de cas, déterminer la structure du groupement prosthétique, mais encore discerner si, dans un estéroside, la molécule de sucre est fixée sur une chaîne ou sur un noyau aromatique. Dans le premier cas, les positions des bandes d'absorption les plus proches du visible sont les mêmes pour le groupement prosthétique et l'estéroside ; dans le second cas, l'estéroside est plus transparent que le groupement prosthétique (déplacement des bandes vers l'ultraviolet, diminution de l'intensité d'absorption).

PHYSICO-CHIMIE APPLIQUÉE. — *E. Vellinger* et *G. Radulesco* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la photolyse de l'essence de cracking.**

La photolyse peut servir de critérium pour caractériser l'altérabilité de l'essence, c'est-à-dire sa tendance au gommage. Elle permet une vérification rapide de l'efficacité du raffinage et de qualité des inhibiteurs destinés à la protection de l'essence.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *P. Baud* (prés. par M. C Matignon). — **Les premières soudières françaises.**

L'auteur établit, à l'aide de documents d'archives, que la Manufacture de Nicolas Leblanc fut bien la première *soudière* française, si l'on entend par là la première usine montée pour la fabrication du carbonate au départ du sel marin, en reconnaissant toutefois que les ateliers de Javel durent, dès 1794, réduire l'importation des soudes étrangères, la méthode du Père Malherbe, reprise par Alban, paraissant avoir retenu, jusqu'aux premiers temps de l'Empire, l'attention des fabricants : Pelletaz à Rouen, Pluvinet à Clichy, Gauthier à Saint-Denis, Payen à Grenoble.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *G. Allard* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la structure électronique du carbone éthylénique.**

CHIMIE ANALYTIQUE. — *H. Herlemont* et *J. Delarbre* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Perfectionnement à la méthode de Carnot pour le dosage du fluor.**

Carnot attaquait les produits fluorés par l'acide sulfurique en présence de silice. Les auteurs proposent pour l'emploi du ferro-silicium à 75 % de silicium, qui s'attaque plus facilement que la silice et permet d'éviter un départ prématuré d'acide fluorhydrique.

— *G. Denigès* (prés. par M. A. Desgrez). — **Le cholestérol, réactif microchimique des acides de la série acétique.**

La méthode décrite par l'auteur se recommande par la petite quantité de substance nécessaire pour la mettre en œuvre ; par la rapidité et parfois même par la quasi-instantanéité de sa réalisation ; enfin par l'absence de moyens pratiques connus pour différencier extemporanément, de si faibles masses de ces sortes de produits.

CHIMIE ORGANIQUE. — *E.-M. Bellet* (prés. par M. Béhal). — **Sur la décomposition de la diacétine du glycol par l'alcool en milieu faiblement alcalin.**

Les résultats montrent que les réactions de décomposition des éthers-sels par les alcools en milieu faiblement alcalin se font également dans le cas d'éthers de polyalcools.

— *L. Palfray*, *S. Sabetay* et M. *Rotbart* (prés. par M. Delépine). — **Sur quelques aldéhydes à fonction éther-oxyde.**

— *M. Godchot*, *M. Mousseron* et *R. Granger* (prés. par M. Delépine). — **Sur l'obtention de nouveaux aminocyclanols actifs.**

— *Frérejaque* (prés. par M. R. Fosse). — **Acétyl-sulfate et sulfate acide de camphre.**

MÉTÉOROLOGIE. — *J. Duclaux* (prés. par M. Brillouin). — **Mesure de coefficients d'absorption de l'atmosphère.**

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *J. Glangeaud.* — **Sur la composition du massif éruptif de Cavallo (province de Constantine).**

— *R.-C. Sabot* (prés. par M. Cayeux). — **Sur une granulite à ribeckite et une roche détritique calcaire du bassin du Niari (Congo français).**

GÉOLOGIE. — *J. Goguel* (prés. par M. De Launay). — **Sur le rôle tectonique des poudingues de Valensole.**

L'important dépôt de conglomérats de la fosse de Valensole indique un affaissement de la partie centrale du bassin et son épaisseur, qui est de 1.500 mètres sur les bords, doit atteindre plusieurs kilomètres au centre. La fosse intervient pour expliquer les plissements de la région. Le dépôt des conglomérats de Valensole dans une fosse de subsidence apparaît comme un des traits saillants de la Provence miocène.

— *A. Amstutz* (prés. par M. Cayeux). — **Sur la tectonique du Mayombe, au Congo français.**

Il est probable que des mouvements tangentiels relativement accusés se sont opérés pendant la sédimentation du système quartzito-schisteux, en provoquant finalement la surrection de rides anticlinales et en donnant ainsi naissance, le long de ces rides, aux schistes conglomératiques, termes supérieurs du système.

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *R. Lemesle* (prés. par M. Costantin). — **De l'existence de trachéides aquifères chez le *Calligonum* L.**

La structure anatomique de la tige de *Calligonum Azel* Maire est identique à celle de *C. Comosum* L'Hérit. Au voisinage des faisceaux surnuméraires existent des trachéides aquifères, dont l'existence n'avait jamais été constatée, jusqu'ici, dans la famille des Polygonacées.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *H Coupin* (prés. par M. Dangeard). — **Sur l'assimilation des glucides par les tubes polliniques.**

Les deux glucides les plus favorables à la nutrition des tubes polliniques du *Narcissus pseudo-Narcissus* sont le saccharose et la dextrine, cette dernière ne paraissant pas, cependant, exister chez les tissus végétaux. Divers monosaccharides, saccharides et polysaccharides se sont montrés très inégalement assimilables. Les glucols ne sont pas utilisables.

— *H. Lagatu* et *L Maume*. — **Composition comparée de la matière sèche de feuilles homologues des rameaux fructifères et des rameaux naturellement stériles d'une vigne.**

La matière sèche des feuilles prises sur des rameaux fructifères est moins riche en azote et plus riche en acide phosphorique que celle des feuilles homologues prises au même moment sur des rameaux naturellement stériles des mêmes souches. La méthode du « diagnostic foliaire » permettra de contrôler s'il est exact que les engrais azotés « poussent au bois », tandis que les engrais phosphatés « poussent au fruit ».

CHIMIE VÉGÉTALE. — V. *Hasenfratz* (prés. par M. Bertrand). — **Sur la présence d'un alcaloïde non oxygéné dans *Gelsemium semperwirens*.**

Le gelsemium renferme deux alcaloïdes oxygénés, *gelsémine* et *gelsémicine*, cristallisés, incolores, actifs sur la lumière polarisée. Il y existe une troisième base, étudiée dans cette Note. C'est la *sempervirine*, dépourvue d'oxygène, colorée, et, fait exceptionnel chez les alcaloïdes végétaux, inactive sur la lumière polarisée.

ZOOLOGIE. — *A. Dehorne* (prés. par M. Mesnil). — **Sur le long filament pygidial de *Sigalion Mathildæ* And. et M. Edw. Rapprochement avec le cirre caudal de quelques Hétéronémertes et le prolongement filiforme de certains Gastéropodes Hétéropodes.**

Sigalion Mathildæ diffère des Sigalionides en général, dont le pygidium porte deux urites ou cirres de 2 mm. 5 environ, par le fait qu'il possède un seul urite, et très allongé (jusqu'à 1 cm. 5). Cet appendice peut être considéré comme représentant le cirre ventral droit, le cirre gauche avortant. Il est constitué par un nerf axial enveloppé d'éléments épidermiques aplatis et porte de très nombreuses papilles sensitives. Il est probable que cet organe fonctionne, non loin du lieu où se tient la tête, comme un organe tactile ou olfactif révélant à l'animal l'approche et la nature des proies. Il commanderait ainsi la protraction brusque de la trompe préhensile. L'association d'une trompe et d'un filament terminal du corps se retrouve chez divers Hétéronémertes et chez certains Gastéropodes Hétéropodes.

PHYSIOLOGIE. — *R. Husson* (prés. par M. Lapicque). — **Réaction du résonateur pharyngien sur la vibration des cordes vocales pendant la phonation.**

L'énergie transmise par le pharynx atteint son maximum maximorum lorsque le « son propre » le plus grave du pharynx est sensiblement accordé sur l'harmonique le plus grave possible du son du larynx. Il y a réaction du pharynx sur le larynx : la cavité pharyngo-buccale, dans la phonation, joue le rôle d'un véritable résonateur associé au vibrateur laryngien et réagissant sur lui. On doit tenir compte de ces faits dans l'enseignement du chant.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *J. Saidman* (prés. par M. Fabry). — **Sur la visibilité de l'ultra-violet jusqu'à la longueur d'onde 3139.**

Le cristallin humain n'est pas aussi opaque qu'on le supposait d'après les pièces d'autopsie. La région 3130 est constamment visible dans la jeunesse et disparaît entre trente-quatre et quarante-trois ans ; elle est toujours invisible pour les personnes âgées de plus de quarante-trois ans. Le procédé employé pour ces recherches pourrait être utilisé en ophtalmologie pour déceler les débuts de sclérose oculaire.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *J. Basset, M. Lisbonne* et *M. A. Machebœuf* (prés. par M. Roux). — **Action des ultra-pressions sur le suc pancréatique.**

L'action de la pression supprime l'activabilité du suc pancréatique par l'acidification ; l'activabilité par la kinase ou par le calcium persiste. La prokinase n'est pas détruite, mais son activation exige plus de temps. La lipase est beaucoup plus sensible aux ultra-pressions que toutes les autres diastases étudiées jusqu'ici ; l'amylase est une des plus résistantes. La trypsine, qui perd 50 % de son activité pour quarante-cinq minutes d'ultra-pression à 13.000 atmosph., réagit comme la sucrase et les oxydases.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *B. Gouzon* (prés. par M. Desgrez). — **Production d'urobiline par action des rayons ultra-violets sur la chlorophylle et les porphyrines.**

L'irradiation, par les rayons ultra-violets, de solutions chloroformiques de chlorophylle et d'hématoporphyrine, sans l'aide de la chaleur ni d'aucun agent chimique, permet d'obtenir un produit de désintégration qui présente les caractéristiques spectrales et les réactions chimiques de l'urobiline. Celle-ci serait donc un produit de désintégration commun aux deux pigments, comme l'œtioporphyrine paraît être le point de départ commun de leur édification.

HISTO-PHYSIOLOGIE. — *P. Bouin* et *W. Buchheim*. — **Action sur la glande sexuelle mâle et sur les caractères sexuels d'un régime carencé en vitamines A.**

En régime d'avitaminose A, l'épithélium séminal demeure intact. Les cellules interstitielles sont altérées ; en particulier, elles ne renferment pas d'enclaves graisseuses. Mais la graisse intratubulaire est bien conservée, ce qui démontre l'autonomie du métabolisme du tube séminal. La mise au repos fonctionnel de la glande interne testiculaire est un signe précoce de la carence en vitamine A. Il résulte de ces observations que les vésicules séminales et la prostate peuvent régresser jusqu'à répondre au type castrat, et que la sécrétion testiculaire interne est tarie alors que les testicules sont constitués par des tubes séminaux ayant conservé leur structure et leur activité caractéristiques.

BACTÉRIOLOGIE. — *H. Plotz* (prés. par M. Roux). — **La courbe d'évolution d'une culture de virus de la peste aviaire.**

La culture se fait dans un milieu constitué par une suspension de fragments d'embryon de poulet dans du liquide de Drew. La culture est rapide ; l'activité du virus augmente de 50 fois en vingt-quatre heures, de 100 fois en quarante-huit heures. Le maximum de virulence semble coïncider avec l'abondance maxima de la culture. La diminution de l'activité devient ensuite rapide. La culture ne se fait que pendant la période où les cellules embryonnaires restent vivantes (trois jours) : le virus reste vivant pendant quelques jours après la mort des cellules embryonnaires, mais il n'y a plus de développement en présence des cellules mortes.

MICROBIOLOGIE. — *G. Fleury* (prés. par M. Joubin). — **Sur le Bacille *Coli* chez les Mammifères marins.**

Les recherches ont été faites sur quatre marsouins capturés en des endroits différents et à des époques différentes. Le côlon n'a présenté, en aucun cas, de Bacille *coli*. On ne saurait donc considérer le B. *coli* comme un saprophyte constant de l'intestin des Mammifères.

MÉDECINE. — *M. et Mme A. Pupier* et *R. Prieur* (prés par M. d'Arsonval). — **Nouveaux faits montrant l'action thermique sur le bulbe.**

Une action thermique exercée sur le bulbe fait cesser les vomissements et les nausées dues à diverses causes (grossesse, mal de mer, etc.) ; elle s'est montrée efficace aussi dans divers cas de migraines, d'insomnies, de rhinite spasmodique des asthmatiques.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *C. Ionesco-Mihaesti, A. Tupa, B. Wisner* et *G. Badenski* (prés. par M. Roux). — **Syndrome anatomo-clinique tabétique à la suite de l'inoculation intra-péritonéale de virus lympho-granulomateux (maladie de Nicolas-Favre).**

L'inoculation du virus lympho-granulomateux dans le péritoine du singe provoque l'apparition de phénomènes cliniques et de lésions histopathologiques rappelant ceux qu'on observe dans le tabes humain. Il est probable que ce virus joue un rôle dans l'étiologie du tabes humain.

M. Mascré.

Séance du 22 mai 1933.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *A. Appert* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur le rôle de la condition α dans certaines questions liées à la notion d'ensemble compact et sur le maximum d'une fonctionnelle définie sur un ensemble abstrait.**

CALCUL GRAPHO-MÉCANIQUE. — *R.-E. Myard* (prés. par M. d'Ocagne). — **Sur un appareil intégrateur propre à la mesure des aires situées sur des surfaces quelconques.**

MÉCANIQUE. — *L. Lecornu.* — **Sur les surfaces funiculaires.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *J. Dufay* et *H. Grouiller* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Etude spectrale de la polarisation de la couronne solaire pendant l'éclipse totale de Soleil du 31 août 1932,**

Dans toute la région spectrale explorée la proportion de lumière polarisée est presque indépendante de la longueur d'onde. C'est à peine si elle diminue de 0,02 ou 0,03 de 390 à 370 μ.

Voisine de 0,13 à 1'5 du bord solaire, la proportion de lumière polarisée augmente rapidement avec la distance et atteint 0,26 à 10' environ. Elle décroît ensuite plus lentement et n'est plus que 0,16 à 19' et 0,12 à 24' du bord.

Pour une même distance au bord, la proportion de lumière polarisée est à peu près la même des deux côtés du soleil bien que la brillance y soit assez différente.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *P. Seltzer* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Sur la répartition verticale de la température de l'air dans les deux premiers mètres au-dessus du sol.**

ÉLECTRICITÉ. — *G. Dechêne* (prés. par M. Cotton). — **Sur les discontinuités du potentiel au contact d'une substance semi-conductrice et d'une électrode métallique.**

L'auteur a recherché comment varient, avec les diverses conditions physiques, les discontinuités du potentiel qui se produisent aux électrodes lorsqu'un courant électrique traverse une substance semi-conductrice.

— *P. Donzelot* et *J. Divoux* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'emploi des bigrilles pour l'amplification des courants continus.**

ÉLECTRONIQUE. — *Mme I. Curie* et *F. Joliot* (prés. par M. Perrin). — **Sur l'origine des électrons positifs.**

Les résultats sont en faveur de l'hypothèse de la production des électrons positifs par le rayonnement ζ. Il semble, en effet, que c'est au même rayonnement qu'est due la production des électrons positifs et des électrons négatifs, et l'absorption de 40 % dans 2 cm. de plomb s'accorde bien avec un rayonnement γ de 5×10^6eV. D'autre part, la proportion des électrons positifs croît avec le poids atomique du radiateur, ce qui fait penser que leur émission est relevée au phénomène d'adsorption nucléaire des rayons γ.

PHOTO-ÉLECTRICITÉ. — *G. Déjardin* et *R. Schwegler* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Propriétés photo-électriques du magnésium.**

PHYSIQUE. — *N. Stoyko* et *R. Jouaust* (prés. par M. E. Esclangon). — **Anomalies dans la propagation des ondes radioélectriques courtes.**

Les auteurs ont signalé antérieurement (*C. R.* 192, 1931, p. 1207) un cas d'enregistrement de signaux dédoublés : la première partie du signal se propageant suivant le plus petit arc du grand cercle, la seconde suivant le plus grand arc. De l'étude des anomalies qui se produisent dans certains cas, les auteurs concluent qu'on pourrait peut-être expliquer les diffusions anormales par le fait qu'au-dessus des régions correspondant à des discontinuités sur la surface de la Terre, il existe des distorsions dans les couches supérieures ionisées. Des erreurs très notables peuvent donc résulter, dans certains

cas, de l'emploi des ondes courtes pour la détermination des longitudes.

RAYONS X. — *Y. Cauchois* et *Horia Hulubei* (prés. par M. J. Perrin). — **Emission X caractéristique d'éléments à l'état gazeux. Spectre K du krypton.**

L'étude préliminaire faite sur le bromure de méthyle avait donné tout le spectre K de diagramme du brome en trois heures de pose, l'étude du krypton fut alors entreprise et les spectres obtenus montrent que, par la technique décrite, on peut faire une étude systématique de l'émission X des éléments à l'état gazeux.

OPTIQUE. — *P. Rouard* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Variations de phases par réflexion sur couches métalliques très minces.**

L'auteur a étudié ce qui se produit lorsque la lumière est réfléchie dans l'air sur un métal. Il donne dans un tableau les résultats obtenus pour l'argent. Les phénomènes observés sont, en quelque sorte, inverses de ceux qui se produisent lors de réflexion verre-métal.

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *P. Lainé* (prés. par M. A. Cotton). — **Variations thermiques de la biréfringence magnétique de l'oxygène liquide.**

RADIATIONS. — *J. Reboul* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'émission probable d'un rayonnement peu pénétrant par certains métaux.**

Les recherches effectuées montrent que les faits inexplicables par la seule hypothèse d'émission de vapeur par le zinc pourraient s'interpréter si l'on admet l'émission d'un rayonnement, dont il reste à préciser la nature, susceptible d'exciter un certain nombre d'atomes (gaz de l'atmosphère, carbone). Parmi les métaux pouvant émettre ce rayonnement, M. Colson avait indiqué le zinc, le magnésium, et à un degré moindre, le cadmium ; il convient d'ajouter le nickel à ce dernier métal.

RADIOACTIVITÉ. — *Mme P. Curie* et *S. Rosenblum*. **Sur la structure fine du spectre magnétique des rayons α du radioactinium et de ses dérivés.**

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *W. Swietoslowski* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur une interprétation des données de M. Astor.**

PHYSICOCHIMIE. — *M. Tauzin* (prés. par M. Fabry). — **Sur les températures d'inflammation du gaz tonnant à la pression atmosphérique.**

ÉLECTROCHIMIE. — *R. Audubert* (prés. par M. J. Perrin). — **Mécanisme de l'action de la lumière sur les électrodes photosensibles à sels de cuivre.**

Les résultats montrent qu'un photopotentiel positif est lié à un processus d'oxydation. Dans le cas d'un photopotentiel négatif, l'électrode serait en équilibre vis-à-vis de l'hydrogène, et la lumière provoquerait une réaction de réduction. En définitive, la théorie photoélectrochimique, basée sur la photolyse de l'eau, rend compte des propriétés des fils photovoltaïques ; appliquée aux électrodes de cuivre, elle donne lieu à une vérification quantitative.

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Le Chatelier.* — **Sur la loi de déplacement de l'équilibre chimique.**

Reprenant ses recherches sur le déplacement de l'équilibre chimique, l'auteur est amené à signaler que le premier énoncé qu'il a donné de cette loi, dans les *Comptes rendus* de l'Académie en 1884 est exact, mais que l'énoncé qu'il a donné en 1888 (*Annales des Mines*, p. 209) est inexact et aurait dû être rédigé ainsi : « Dans un mélange homogène en équilibre chimique, l'accroissement de concentration de l'un des corps en réaction provoque le déplacement de l'équilibre dans un sens tel que la réaction tende à diminuer la concentration du même corps. »

— *A. Portevin* et *M. Bonnol* (prés. par M. L. Guillet). — **Contribution à l'étude de la constitution des alliages ternaires magnésium-cuivre-silicium.**

CHIMIE ORGANIQUE. — *C. Matignon, H. Moureu* et *M. Dodé.* — **Du rôle de la température dans l'isomérisation des butylènes en présence d'alumine.**

— *M. Chatelet* (prés. par M. Urbain). — **Sur deux associations iode-pyridine-eau.**

— *R. Suka* (prés. par M. G. Urbain). — **Action de l'anhydride acétique sur l'amidon en présence d'acide sulfurique ou d'acide phosphorique.**

— *W. S. Reich* et *A.-F. Damanski* (prés. par M. G. Bertrand). — **Contribution à l'étude de la constitution de l'amidon. Sur une nouvelle méthode d'acétylation.**

Les résultats montrent qu'il faut considérer l'amylopectine comme identique à la matière fondamentale du grain d'amidon, et l'amylose comme résultant de la transformation de la matière fondamentale par libération d'un groupement oxhydrile, soit par destruction d'une liaison entre les molécules de glucose constituant la matière fondamentale, soit par changement stéréochimique d'un groupement oxhydrile, ce qui rendait possible son estérification.

La saponification par une méthode également très douce du diacétate aboutit à un produit qui se comporte comme la matière fondamentale, tandis que, par la saponification du triacétate, on obtient de l'amylose.

— *R. Truchet* (prés. par M. Matignon). — **Oxydation des carbures acétyléniques bisubstitués par l'oxyde de sélénium.**

— *G. Vavon* et *Boleslawa Jakubowicz* (prés. par M. Delépine). — **Synthèses asymétriques par hydrogénation au noir de platine.**

— *J. Hoch* (prés. par M. Delépine). — **Nouvelles méthodes de préparation des acides diarylacétiques et de leurs dérivés.**

— *S. Grateau* (prés. par M. Delépine). — **Sur un exemple d'empêchement stérique dans la série des acidylcyclopentanones.**

— *R Jacquemain* (prés. par M. Delépine). — **Sur la préparation de l'oxyde de mésityle par la méthode de Bodroux et Taboury.**

L. FRANCHET.

PÉTROGRAPHIE. — *L. Cayeux.* — **Hypothèse de l'origine végétale des phosphates de chaux paléozoïques.**

Les roches mères des phosphates paléozoïques et les phosphates eux-mêmes renferment presque toujours une forte proportion de carbone libre et, parfois, des hydrocarbures. La seule hypothèse acceptable pour expliquer la présence du carbone est celle d'une origine végétale. Les Algues, spécialement les Algues calcaires, étaient très abondantes aux temps paléozoïques ; les mers qui ont élaboré des dépôts exceptionnellement riches en matière organique auraient été autant de « mers des sargasses ». Ces Algues ne peuvent-elles constituer la source du phosphore des gisements paléozoïques ? Les analyses anciennes, des analyses récentes surtout, conduisent à admettre, pour des gisements de cette origine, vingt fois

plus de carbone que de phosphate de chaux. Etant données les pertes possibles en carbone, l'ordre de grandeur de la valeur obtenue n'est pas incompatible avec la valeur théorique. Il est amplement démontré que les débris végétaux, les Algues en particulier, réunis en très grand nombre, peuvent représenter une réserve considérable d'acide phosphorique. Ainsi, on pourrait admettre que les gisements phosphatés paléozoïques sont d'origine essentiellement végétale.

GÉOLOGIE. — *A. Lenoble.* — **La série schisto-quartzo-calcaire dans le nord-est de Madagascar.**

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Bogdan Voritchak* (prés. par M. Dangeard). — **L'évolution nucléaire chez *Pericystis alvei* Betts.**

P. alvei vit en saprophyte sur les grains de pollen qui se trouvent dans les rayons du miel. Il possède des gamétanges polyénergides. Noyaux mâles et noyaux femelles donnent, par fusion, des noyaux doubles autour desquels s'individualisent des œufs qui germent immédiatement en sporanges et qui peuvent être considérés comme les asques.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *R. Duetch* (prés. par M. Molliard). — **Le mécanisme du forçage des végétaux par les vapeurs d'éther comporte-t-il une déshydratation des tissus?**

On a rapporté l'action de l'éther, dans le forçage, à une déshydratation des tissus. Les expériences faites sur le Lilas ou le Muguet, sur des graines de Pois en germination, sur des Oranges, n'ont accusé aucune déshydratation sensible des tissus. La teneur en eau après éthérisation est voisine de celle des témoins ; l'excès ou le déficit observés ne dépassent pas l'amplitude des variations individuelles.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *R. Quetel* (prés. par M. Molliard). — **Le mécanisme du forçage des végétaux par les vapeurs d'éther comporte-t-il une déshydratation des tissus ?**

On a rapporté l'action de l'éther, dans le forçage, à une déshydratation des tissus. Les expériences faites sur le Lilas ou le Muguet, sur des graines de Pois en germination, sur des Oranges, n'ont accusé aucune déshydratation sensible des tissus. La teneur en eau après éthérisation est voisine de celle des témoins ; l'excès ou le déficit observés ne dépassent pas l'amplitude des variations individuelles.

PATHOLOGIE VÉGÉTALE. — *R. Maire* et *G. Malençon.* — **Le *Belaat*, nouvelle maladie du Dattier dans le Sahara algérien.**

La maladie ne présente que des analogies superficielles avec le « Bayoud » ; elle est beaucoup moins grave que celui-ci. Les lésions sont d'abord cantonnées au voisinage du point végétatif et consistent essentiellement dans une pourriture humide, à progression rapide, du cœur de l'arbre. Dans les tissus malades, on a constaté la présence d'un *Phytophtora* ; l'altération, commencée par ce parasite, est continuée par de nombreux saprophytes. La maladie est analogue à la pourriture du cœur des Palmiers de l'Inde due au *Phytophtora palmivosa*.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — La prochaine séance publique annuelle aura lieu le 11 décembre prochain.

M. Caullery a été désigné pour faire une lecture à la séance publique solennelle des cinq Académies, le 25 octobre 1933.

M. Pieter Zeeman a été élu Associé étranger en remplacement de sir Ray Lankester, décédé.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté de Médecine.* — Il est créé, à la Faculté de Médecine de Paris, un Institut d'Hygiène industrielle et Médecine du Travail, destiné à la formation des Médecins d'usines ainsi qu'à l'étude de l'Hygiène du Travail industriel et rural et des Maladies professionnelles.

Cet Institut est placé sous la direction de M. le Professeur Balthasard, Doyen de la Faculté et de M. le Prof. Heim de Balsac, Professeur agrégé à la Faculté, Directeur de l'Institut de Technique sanitaire au Conservatoire des Arts-et-Métiers.

L'enseignement comprendra deux cours d'initiation, l'un d'Hygiène industrielle, l'autre de Médecine du Travail et un cours de perfectionnement, comprenant une série de Conférences sur l'Hygiène industrielle, la Médecine du Travail, la Toxicologie industrielle, par des professeurs et agrégés de la Faculté, et des personnalités qualifiées n'appartenant pas à la Faculté.

Les cours et conférences théoriques seront complétés par des exercices pratiques : visites d'usines, examens d'ouvriers, examens de projets d'assainissement industriel, manipulations sur le dépistage et la caractérisation des éléments nocifs du milieu industriel, manipulations de toxicologie industrielle.

L'Institut délivrera, après examen probatoire, aux étudiants et docteurs en médecine, qui auront suivi les enseignements avec assiduité, un diplôme d'Hygiène industrielle, qui démontrera leur aptitude à remplir les fonctions de médecins d'usines, spécialisés en hygiène industrielle et pathologie professionnelle.

Université de Lyon. — *Faculté des Sciences.* — M. Sollaud, Professeur sans chaire est nommé Professeur titulaire à titre personnel.

Université de Montpellier. — *Faculté des Sciences.* — M. Soula, Professeur sans chaire, est nommé Professeur titulaire à titre personnel.

Université d'Aix-Marseille. — *Faculté des Sciences.* — M. Houllevigue, est nommé Professeur honoraire.

Université de Lille. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Gérard, Agrégé, est nommé Professeur de Pathologie externe (ancienne chaire de Thérapeutique).

M. Potel, est nommé Professeur de Clinique des Maladies des voies urinaires (ancienne chaire de Pathologie externe et Clinique des voies urinaires).

M. Legrand, est nommé Professeur de Thérapeutique et Hygiène (ancienne chaire d'Hygiène et Bactériologie).

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Dix leçons d'Astronomie, par M. E. Esclangon, Membre de l'Institut, Directeur de l'Observatoire de Paris. In-8° de 110 pages, avec 21 planches. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 25 francs.

L'astronomie étudie des problèmes grandioses qui frappent facilement l'imagination. Aussi les ouvrages ou les articles d'astronomie populaire, lorsqu'ils sont écrits par des auteurs de talent, ont-ils toujours connu de grands succès. Les auteurs actuels ont d'ailleurs sur leurs prédécesseurs l'avantage de pouvoir exposer les faits merveilleux résultant de l'étude du monde sidéral, faits inabordables avec les moyens dont disposaient les astronomes des siècles passés, et qui éclairent les questions les plus élevées de la philosophie naturelle.

Mais pour que les ouvrages de vulgarisation puissent être abordables à tous, tout en étant écrits avec la probité scientifique nécessaire, ils doivent être l'œuvre de maîtres.

En s'adressant à M. Esclangon, membre de l'Institut de France, directeur de l'Observatoire de Paris, pour écrire un petit ouvrage d'astronomie populaire, la Librairie Gauthier Villars était bien assurée de trouver un auteur particulièrement compétent et mieux qualifié que quiconque en France, pour exposer nos connaissances astronomiques actuelles. Mais elle a aussi trouvé un écrivain qui sait présenter les questions les plus ardues de façon à les mettre à la portée du grand public. Dans ses dix leçons d'astronomie, M. Esclangeon ne laissent de côté aucune des grandes questions qui passionnent la science actuelle. Son petit livre connaîtra, parce qu'il le mérite, le succès des ouvrages les plus célèbres d'astronomie populaire. **J. B.**

La lumière dans la projection cinématographique, par Jacques Maretti, Ingénieur des Arts et Manufactures. Un vol. in-8° carré de 130 pages avec 14 figures. Gauthier-Villars, éditeur. Prix : 15 francs.

Comme son titre l'indique, cet ouvrage ne se propose pas d'étudier la technique complète de la projection, mais simplement ce qui se rapporte au meilleur emploi de la lumière. C'est d'ailleurs une des parties les plus importantes du problème, une de celles qui donne à la projection son plus grand agrément. Le plus beau film perd tout attrait si l'éclairement de l'écran est insuffisant ou si de la lumière diffuse noie tous les détails. Les précisions numériques données par l'auteur intéresseront au plus haut point tous ceux qui recherchent une bonne présentation des films.

Voici les titres des principaux chapitres : Principes de la vision. — Qualité de l'image-film : voile, contraste, flous, fondus. — Eclairements parasites provenant de la salle, de la cabine, de l'objectif. — Influence de l'éclairement de l'écran sur le contraste de l'image projetée. — Relation entre l'éclairement de l'écran et la qualité de l'image-film. — Vision de l'image-écran. — Comment augmenter l'éclairement de l'écran. — L'écran. — Critique du grand écran. — Eclairage de la salle. — Variation de la sensation en fonction de l'excitation.

J. B.

Optical rotatory power. *A general discussion held by the Faraday Society*. In-8° de 195 pages, Mc Graw-Hill Publishing C° Ltd. Prix : 10 s. 6 d.

L'examen de nos connaissances sur l'ensemble des propriétés liées aux phénomènes de la polarisation rotatoire a fait l'objet d'une discussion à la Faraday Society en avril 1930. Les nombreuses questions qui ont été traitées peuvent être groupées sous les quatre rubriques suivantes : les bases physiques du pouvoir rotatoire en optique ; les appareils et les méthodes ; le pouvoir rotatoire des solutions ; les aspects chimiques du pouvoir rotatoire en optique. Dans le recueil contenant les rapports et les discussions auxquelles ils ont donné lieu, on trouve exposés par des techniciens compétents, les principaux progrès de nos connaissances concernant le pouvoir rotatoire au cours des vingt-cinq dernières années et de fort intéressants aperçus sur les directions suivant lesquelles doivent s'orienter les recherches futures.

A. Bc.

Chemical Wave Transmission in Nerve, par A.-V. Hill, F. R. S., Fullerton Research Professor of the Royal Society, Honorary Fellow of King's College, Cambridge. Based on the Liversidge lecture delivered at Cambridge on 13 May 1932. In-16 de 74 pages. Cambridge, University Press. Prix : 5 sh.

D'après la volonté du fondateur, les conférences Liversidge doivent être faites sur des sujets où il y a beaucoup à découvrir et, cela, de telle façon que le conférencier indique dans quel sens devraient être entreprises les recherches futures et quelles seraient, à son avis, la meilleure manière de s'y prendre pour les exécuter. Le petit livre du professeur Hill répond admirablement à ces desiderata. Ecrit par un physiologiste, pour des chimistes et des physiciens, il met à leur portée, en parlant leur langage et en se conformant à leur tournure d'esprit, un des problèmes les plus difficiles de la physiologie : la transmission de l'excitation nerveuse.

L'auteur commence par exposer ce qu'il y a de mieux connu ; c'est-à-dire la théorie du courant d'excitation. Il en donne une idée remarquablement claire en considérant, schématiquement, chaque section transversale d'un nerf, à la fois comme un condensateur et comme une pile de concentration. La cause initiale de l'excitation est le passage, à travers le diélectrique du condensateur, d'un courant atteignant une certaine intensité critique ; à la suite de quoi le diélectrique perd brusquement sa résistivité sur la section traversée par le courant. Cette théorie, à la mise en équations de laquelle l'auteur consacre un appendice, est confirmée quantitativement par toutes recherches chronaximétriques. Néanmoins, elle laisse nombre de problèmes irrésolus.

1. Pourquoi la résistivité de la gaine du nerf change-t-elle brusquement pour un certain courant ? 2. Pourquoi cette restivité se restaure-t-elle d'elle-même quand on laisse le nerf au repos ? 3. Pourquoi ce phénomène est-il accompagné d'un dégagement de chaleur localisé dans la partie modifiée électriquement ; ce dégagement étant tel qu'on puisse lui soupçonner une cause différente de la seule décharge de la tranche du condensateur correspondante ? 4. Pourquoi y a-t-il un autre dégagement de chaleur pendant la période où le nerf récupère son excitabilité ? 5. Pourquoi le nerf dégage-t-il de l'anhydride carbonique et consomme-t-il de l'oxygène, principalement à l'état de réserve, et sous quelle forme cette réserve d'oxygène se trouve-t-elle ?

Sur tous ces points, le professeur Hill donne des indications et des suggestions et il termine en souhaitant vivement la collaboration de physiciens et de chimistes ; car l'état des connaissances dans ce domaine est justement

tel qu'il commence à devenir possible d'y appliquer les méthodes de calcul et les mesures exactes de la physique et de la chimie.

J. D. G.

Psychologie pathologique du suicide, par le Dr F. Achille-Delmas. In-8° de 237 pages. (*Bibliothèque de Philosophie contemporaine*). Alcan, éditeur, Paris. Prix : 30 francs.

Cet ouvrage est une réplique au travail célèbre de Durkheim et à celui plus récent de son élève trop fidèle, M. Halbwachs. L'auteur combat avec vigueur, voire avec vivacité, en s'aidant des lumières combinées de son bon sens et de sa longue expérience psychiatrique, la thèse des sociologues de l'Ecole dite française ; il montre les contradictions et les insuffisances de leurs statistiques, et l'impossibilité où on est d'en tirer des résultats scientifiques sérieux. Il leur reproche de n'avoir même pas su définir le suicide, qui implique la volonté arrêtée de choisir la mort pour elle-même, en dehors de toute contrainte et de toute obligation morale ou religieuse. Il leur reproche surtout d'avoir exclu, sans motifs valables, l'explication médicale, qu'il juge seule satisfaisante.

Celle-ci fait l'objet de sa deuxième partie, où il ramène les conditions nécessaires et suffisantes du suicide à deux grandes constitutions psychopathiques : la cyclothymie (dans sa phase de mélancolie aiguë ou chronique) et l'hyperémotivité, celle-ci ne correspondant qu'à un dixième environ des cas. Les conditions intellectuelles (doctrines philosophiques ou morales) et les conditions sociales (famille, religion, situation économique) n'entreraient pour rien dans le déterminisme du suicide.

On pourra reprocher au Dr A. Delmas d'avoir voulu trop prouver. On lui reprochera aussi une rédaction trop hâtive, où abondent les répétitions et les négligences, sans compter les coquilles fâcheuses. Ce sera reconnaître le grand intérêt qu'on a pris à son livre que d'en souhaiter une prochaine édition revue et corrigée.

R. Troude.

Aliments, Régimes; Indications, Contre-indications, par P. Lassablière, Ex-chef de Laboratoire à la Faculté de Médecine de Paris, Directeur à l'Ecole pratique des Hautes Etudes, Préface du Professeur Ch. Richet, Membre de l'Institut. In-8° de 698 pages, Gaston Doin, éditeur, Paris 1933. — Prix : 75 francs.

La question si importante de l'alimentation est exposée dans cet ouvrage avec une clarté, une précision, un souci de rendre agréable au lecteur l'assimilation de données parfois arides, qui font que l'on en parcourt les chapitres avec une satisfaction jamais lassée.

Car, si l'auteur n'a pas négligé de donner en une série de tableaux, de formules, de notations, les résultats numériques des recherches anciennes comme des plus récentes, mettant ainsi sous les yeux une documentation extrêmement riche, comportant l'essentiel de ce que l'on doit savoir sur le sujet, il a su également exposer en pages lumineuses et bien ordonnées l'ensemble des connaissances acquises, les conclusions de ses recherches personnelles et les problèmes encore en suspens.

Après avoir montré comment, d'après les données actuelles s'établissent les besoins de l'organisme en énergie, en matière et en vitamines, il développe en détail l'étude des différents aliments; consacrant notamment plusieurs chapitres très intéressants au lait, cette « nourriture du nouveau-né » : lait maternel, lait des animaux, production du lait, falsification, approvisionnement des grandes villes, conservation, lait condensé, dont les précieux avantages ont permis de surmonter la crise d'après-guerre..., autant de questions du plus grand intérêt qui sont traitées avec toute l'ampleur qu'elles méritent.

Ce n'est pas dire, d'ailleurs, que les autres chapitres passent au second plan et, qu'il s'agisse des aliments végétaux, des boissons où la valeur alimentaire du vin est mise en relief et enfin, dernière partie de l'ouvrage de la composition des régimes pour l'homme sain et dans les maladies, toujours, au long de ces pages dont le texte clair sollicite l'attention, on trouvera un vif intérêt à l'exposé de ces questions dont ce livre constitue une excellente mise au point.

Dr Didiée.

Hygiène des goutteux et des rhumatisants, par R.-J. Weissenbach et F. Françon. In-8° de 118 pages. (*Collection Hygiène et Diététique*), Gaston Doin et Cie éditeurs, Paris. Prix : 12 francs.

Il est indispensable que, dans le traitement des maladies chroniques et particulièrement dans les maladies de la nutrition, le médecin trouve en son patient un collaborateur attentif et averti. Plus encore que dans les prescriptions médicamenteuses, qui retrouvent tous leurs droits au cours des épisodes aigus, les facteurs de succès siègent dans les règles d'hygiène, dans les indications de régime, dans les disciplines générales de conduite de vie. Principal intéressé, le malade obéira d'autant mieux aux prescriptions médicales qu'il en saisira plus clairement la raison d'être.

La goutte et les rhumatismes chroniques, si universellement répandus, représentent les affections types où un standard de vie est indispensable tant pour lutter contre l'évolution que pour prévenir les accidents à craindre. Aussi cet ouvrage ne manquera-t-il pas d'être bien accueilli ; le lecteur y trouvera, exposées d'une façon claire, simple, aisément accessible, les règles essentielles de l'hygiène individuelle, familiale et sociale que la grande expérience des auteurs leur a permis de formuler sur des bases solides et éprouvées. Trois grands chapitres, consacrés à la goutte, au rhumatisme aigu dans sa phase d'évolution et dans son stade de déclin, au rhumatisme chronique, développent, classés dans un ordre logique et précis, une multitude de conseils, d'indications détaillées concernant non seulement le malade lui-même mais encore son entourage et les organes sociaux auprès desquels il peut trouver un appui.

Conçu ainsi dans un esprit essentiellement pratique, ce livre s'adresse surtout aux malades qui en méditeront avec fruit les excellents enseignements. Pour leurs conseils journaliers, les médecins y trouveront un résumé facile à consulter.

Dr Didiée.

Les Gymnospermes vivantes et fossiles, par J. Beauverie, Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon. Cours de Botanique professé à la Faculté des Sciences de Lyon. In-4° de 160 pages, accompagné d'un atlas de 38 planches hors-texte. Bosc. Fr., M. et L. Riou, imprimeurs-éditeurs, Lyon, quai Gailleton, 42. 1933. Prix : 60 francs.

Le nombre des Gymnospermes fossiles est beaucoup plus considérable que celui des Gymnospermes actuelles présentement en voie de régression, et la place à donner à ce groupe a particulièrement embarrassé les botanistes. La remarquable étude de M. J. Beauverie est une mise

au point des nombreux travaux que les botanistes ont effectué sur les relations phylogénétiques des Gymnospermes entre elles et avec le reste du monde des plantes.

Après avoir dégagé, dans une partie générale, les affinités des Gymnospermes avec les Cryptogames vasculaires, leurs principaux caractères morphologiques et anatomiques, leur répartition géographique, leur importance dans la flore mondiale, l'auteur passe en revue les différents groupes de Gymnospermes (Pteridospermées, Nactrices, Vectrices, Gnétales).

La phylogénie de chaque groupe est étudiée, ainsi que sa distribution géographique ; ces données, ainsi que celles de la morphologie et de l'anatomie, permettent de justifier les classifications proposées. L'importante question, notamment de la place des Gnétales dans la systématique, est discutée à la lumière des récentes recherches embryogéniques et paléontologiques.

Quelques considérations de phylogénie et de paléogéographie, concernant la descendance des Gymnospermes, l'évolution des flores en rapport avec l'évolution des continents, l'aire d'origine des Angiospermes, terminent ce « cours ».

Un grand nombre de dessins explicatifs, à la plume, réunis dans un atlas, complètent et aident à mieux comprendre l'ouvrage. L. HÉDIN.

Géographie des plantes, par H. GAUSSEN, Professeur à l'Université de Toulouse. In-16 de 222 pages, 8 cartes et figures (*Collection A. Colin*). Colin, éditeur, Paris. — Prix : 10 fr. 50.

En dehors du tome III, Biogéographie, du *Traité de Géographie physique* d'E. de Martonne (avec la collaboration d'Aug. Chevalier et L. Cuénot), il n'existait pas, en langue française, de livre récent traitant de problèmes posés par la géographie des plantes, et présentant un exposé clair et précis des connaissances acquises dans cette science. Les importantes contributions de M. H. Gaussen à l'étude de la végétation des Pyrénées sont bien connues ; dans ce petit livre, il s'est efforcé « de rester dans le domaine géographique plutôt que botanique ». Il étudie successivement comment les plantes prennent et conservent leur place sur la terre, la répartition des plantes et ses divers types, l'histoire des plantes et l'explication des aires, le groupement des espèces en flores. Dans la deuxième partie, après l'étude statique et dynamique des groupements, l'auteur fait une étude rapide de la végétation de la France et donne un aperçu de la végétation du globe. Pour ce qui est de la désignation, description et classement des groupements, après avoir fait la critique des nomenclatures proposées par Boann, Blanquet et Pavillard, par H. del Villar, M. H. Gaussen propose un classement à l'intérieur des régions florales, unités d'ordre historique et climatique, reposant sur les considérations édaphoclimatiques des formations. Ainsi, la végétation de la France est divisée en deux régions, holarctique et méditerranéenne. Dans ces deux régions, des divisions sont faites suivant l'action déterminante du climat ou du milieu physique ; ces divisions comprennent des domaines, subdivisés en secteurs, puis phylums, etc. En conclusion, l'auteur pense que si tour à tour l'écologie, puis la sociologie végétale ont prédominé dans l'analyse et le classement des groupements végétaux, « l'avenir mettra un peu de pondération dans des disciplines neuves et volontiers intransigeantes », et que des solutions éclectiques doivent être données aux problèmes encore incomplètement étudiés de la géographie des plantes. L. HÉDIN.

Voulez-vous vivre vingt ans de plus ? par le Dr MALACHOWSKI. (Nouvelle Librairie française).

Mésuser, des organes de notre corps ou en négliger l'usage rationnel, ne pas tirer de nos fonctions naturelles tous les services pour lesquels elles sont créées, c'est une faute lourde... La sanction ne se fait pas attendre.

ψυχη, spiritus, animus, atman, âme, esprit, souffle ; dans toutes les langues, ces mots indiquent le principe qui donne la vie à notre corps.

C'est un devoir d'apprendre à utiliser ce principe, dans les meilleures conditions physiques et morales. Le docteur Malachowski nous l'enseigne, en promettant à nos efforts une prime vraiment intéressante.

« Voulez-vous vivre vingt ans de plus ? » L'offre est, évidemment, tentante. Il suffit d'apprendre à respirer.

Ancien médecien de la marine, le Dr Malachowski a, pendant la guerre, donné ses soins à des marins et à des aviateurs. Il a pu mesurer chez eux le degré de force et de résistance obtenu par une simple hygiène de la respiration. Une longue étude de la tuberculose pulmonaire le guidait dans cette voie.

Il nous communique aujourd'hui le résultat de ses études et le fruit de son expérience.

Il faut lire ce livre que le style et l'esprit de l'auteur ont su rendre attrayant, et mettre à profit les leçons qu'on y trouve.

Dans une lettre-préface, remarquable par la forme et par la hauteur des idées, le R. P. Sanson explique comment le prêtre et le médecin peuvent s'unir pour suivre et développer la vie — aussi bien celle du corps que celle de l'âme— et la porter, par une hygiène appropriée, à son plus haut point de rendement.

Les illustrations de R.-B. Baron permettent de suivre, pour chaque mouvement, les « leçons de gymnastique respiratoire » du docteur Malachowski.

S. R.

Les Spadiciflores du Québec, par Frère MARIE-VICTORIN, de l'Institut des Frères des Ecoles chrétiennes, docteur ès-sciences, Professeur de Botanique à la Faculté des Sciences de l'Université de Montréal. In-16 de 60 pages, 27 figures, 1931. Montréal, Institut de Botanique. — Prix : $0,75.

Le présent travail, contribution n° 19 du Laboratoire de Botanique de Montréal, appartient à une série de publications dont l'ensemble formera le traité complet de la flore du Québec, et dont l'auteur le plus actif et le Frère Marie-Victorin. Pour chaque espèce, la description est suivie de renseignements géographiques et biologiques, et accompagnée de très beaux dessins et de cartes intéressantes. Les formes critiquées sont discutées avec beaucoup de soin, comme l'auteur l'avait déjà fait dans des études précédentes, notamment dans les *Liliflores du Québec* (1929), *les Variations laurentiennes du Populus tremuloïdes* et du *P. grandidentata* (1930).

En dehors de l'importance scientifique de ces travaux, nous devons être reconnaissants au Frère Marie-Victorin de représenter si dignement la science botanique française au Canada.

L. HÉDIN.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 14 — 71e ANNÉE — 22 JUILLET 1933

ÉLECTROTHÉRAPIE

par le Médecin Colonel F. PASTEUR

L'électricité est partout dans la nature. Elle est devenue dans les temps modernes, la merveille de l'énergie dispensatrice de lumière et de force et dans la science, le fondement de toutes les théories qui tendent à expliquer la matière et la vie. Au temps de Thalès de Milet, 800 ans avant notre ère, on ne connaissait de ses manifestations, semble-t-il, que la propriété qu'acquérait le succin par le frottement, d'attirer les corps légers. Sous la Rome antique, femmes et enfants portaient cet ambre, monté en colliers, pour guérir. La coutume s'en est continuée jusqu'à nos jours par le perpétuel souci de se parer et de plaire. Aristote, 341 ans avant Jésus-Christ, signala les réactions provoquées par le contact de la raie électrique, de la gymnote qui se traduisent toujours par des contractions et par un engourdissement des organes atteints. D'après Appien, on se servait de la commotion de ces poissons pour la guérison de la goutte et des paralysies et Vassius les conseillait pour le traitement des maux de tête invétérés. Il paraît, si l'on en croit Thomson, l'historien des animaux de l'Afrique occidentale, que depuis un temps immémorial, les populations nègres du Centre de cet immense Continent, mettaient leurs enfants affaiblis et débiles dans un petit réservoir d'eau, en compagnie d'une silure, aux mêmes propriétés particulières, afin de les stimuler et les réconforter (fig. 1). Scribonius Largus, an 50 de notre ère, Dioscorides, Galien, 114 ans après, Paulus Æginatus et, jusqu'au commencement du XVIIe siècle, les Arabes, usent de ce procédé, par applications successives sur les parties du corps malades pour donner des chocs, mais Muschenbroeck, le premier seulement en 1750, considère ce phénomène comme d'origine électrique. Pline, d'ailleurs (50 av.), n'avait pas oublié d'en faire mention (fig. 2). Il décrit aussi les aigrettes étincelantes de l'extrémité des mâts des vaisseaux comme un heureux présage de la fin de la tourmente. De nos jours, ce sont les feux Saint-Elme. César en Afrique, Tite-Live en Sicile, relatent l'apparition, en temps d'orage, de vives lumières à la pointe des piques des soldats. Nous les considérons maintenant comme des effluves électriques. L'illustre poète latin Virgile, dans *l'Enéide*, sans en connaître la cause, célèbre comme un prodige, les lueurs dont on vit briller la tête d'Ascagne, fils d'Enée, son héros. Personne n'ignore plus qu'une chevelure crépite sous le peigne qui l'ordonne, que la main qui caresse le dos d'un chat devient luminescente dans l'obscurité et que des étincelles courent avec l'étrille du palefrenier qui lisse le poil de ses chevaux. Après deux mille ans passés sous l'influence d'Aristote, dont l'esprit de système créait la nature à sa guise, ces faits furent seulement justement interprétés. Ils abondent cependant et le médecin anglais Gilbert en rapporte un grand nombre dans

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

son *De Magnete* (1600). Deux substances sont bientôt considérées par Dufay comme donnant deux électricités contraires, l'une vitrée positive, l'autre résineuse, négative, qui s'attirent tandis que, de même nom, elles se repoussent. Avec Otto de Guericke, apparaît la première réalisation de ces nouvelles connaissances sous la forme d'une sphère de soufre mise en rotation sur son axe et frottée à la main. Hawksbee (1709), y substitue le globe de verre et Winkler (1742), y adapte un coussinet, perfectionnement qui entraîna la création d'une véritable machine (fig. 3). Les corps bons conducteurs métalliques capables de transporter ce nouveau fluide sont découverts par Grey, l'électrisation par influence par Aepinus, la condensation par von Kleitz (1745) et la même année, la bouteille de Leyde par Muschenbroek et Cunéus. L'abbé Nollet l'expérimente au point de vue physiologique, en faisant ressentir par sa décharge, une commotion à cent quatre vingts gardes qui se tiennent par la main. Il paraît être également un des premiers qui ait utilisé l'électricité comme agent physique spécial en thérapeutique (fig. 4). Bertholon, Jalabert, Lassone, Sau-

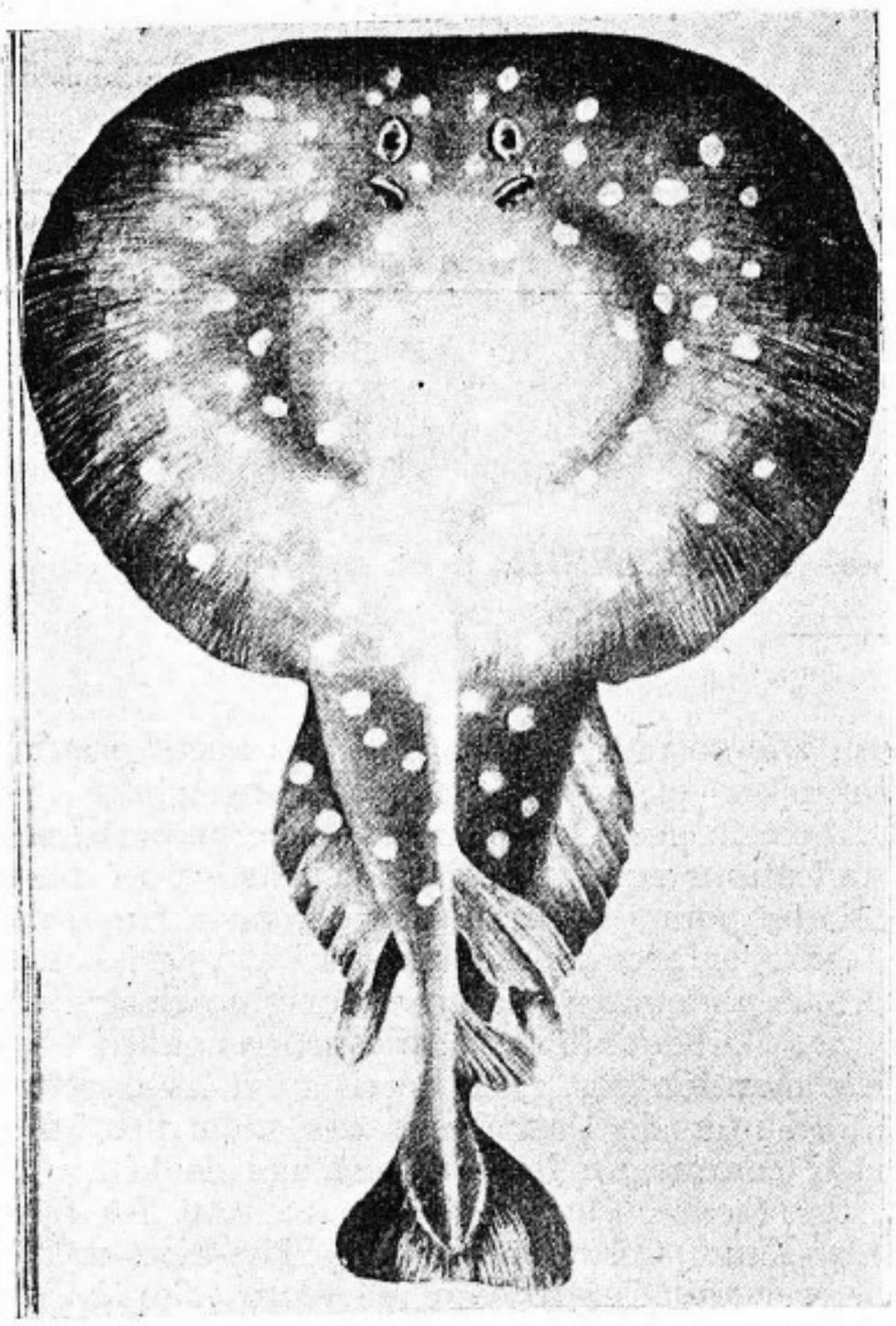


Fig. 1. — **Torpille électrique.**
(*Torpedo marmorata*)

vages et une pléiade de savants multiplient les observations qu'ils exposent dans leurs propres écrits. Leurs succès contribuent aux rapides progrès de ces applications à la science médicale. Un des premiers Traités à citer est le *De Hemiplegia electricitatem curanda* de Deshais, publié à Montpellier en 1749. Puis apparut une brochure de Bohadatsch *De utilitate electrisationis in arte medica*, édité à Prague (1751). Les autres détails historiques de ce développement parallèle médical et scientifique, qu'il ne serait pas de mise de poursuivre dans un travail d'ensemble tel qu'il est présenté ici, sont énumérés dans les nombreux ouvrages de l'époque. De leur lecture, il ressort qu'entraîné par de fols espoirs auxquels des empiriques ne craignaient pas de mêler la duperie, on crut avoir trouvé la panacée universelle. Boze en donne la note quand il appelle cette nouvelle forme de

Fig. 2. — **Expérience de commotion électrique par la décharge d'une torpille.**

traitement *Béatification*, et Graham durement jugé par Southey est considéré sinon comme un fripon, au moins comme un illuminé mystique. Le 20 avril 1783, Ledru inaugurait son Hospice médico-électrique à l'Arsenal, dans l'ancien couvent des Célestins ; Franklin était au nombre des invités et un docteur-régent, délégué par la Faculté, fit le discours sur le traitement électrique des malheureux malades

accablés de maux réputés jusqu'alors incurables : paralytiques, cataleptiques, fous et nerveux de tous genres admis dans les salles publiques ou privées, afin que riches ou pauvres puissent participer à cette médication nouvelle.

Mais l'air et la terre sont des réservoirs immenses d'électricité. Le tonnerre qui ébranle la nue était encore un terrifiant mystère que déjà

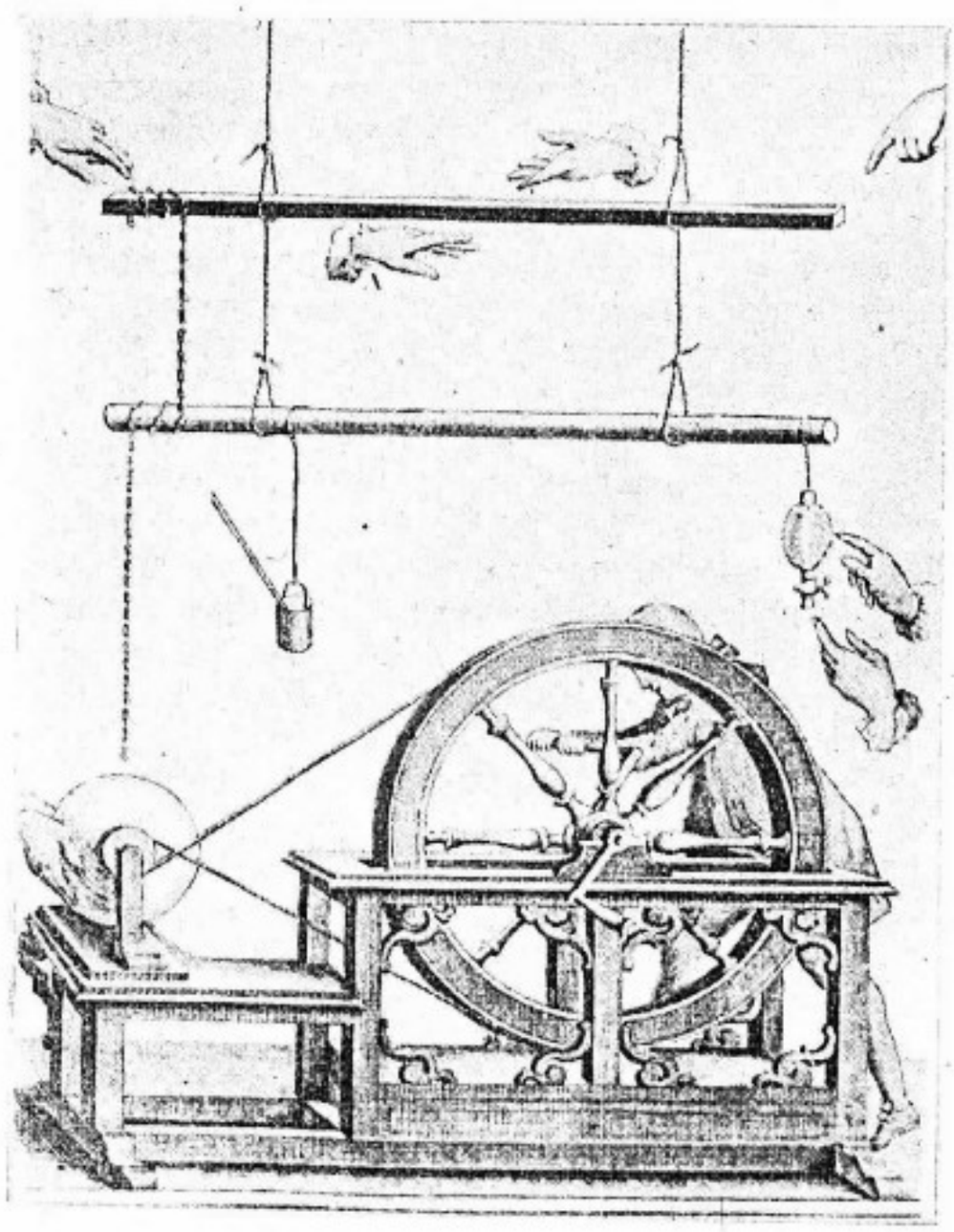


Fig. 3. — Première machine électrique statique à globe de soufre ou de verre frotté à la main.

Numa Pompilius, initié aux secrets de cette Divinité antique, en faisait descendre l'éclair sur le sol. Cette licence dangereuse causa la mort à Tullius, son successeur, qui fut foudroyé. L'étude réelle des faits n'en dévoila que beaucoup plus tard la véritable nature. Après quelques siècles écoulés, la foudre est captée par de Romas, Dalibard, puis par Franklin, qui établissent l'identité d'un même fluide, céleste et terrestre. Nollet et de Saussure se promènent l'électroscope en main pour déceler l'état électrique d'un lieu. En 1860, Thomson, à la station météorologique de Kew, a mesuré ce potentiel et son accroissement progressif avec l'altitude, et Palmieri à l'observatoire du Vésuve avec son électromètre bifilaire, à 637 mètres d'altitude, a pu suivre ses variations avec les conditions atmosphériques. Par un ciel serein ou nuageux, l'électricité de l'atmosphère est toujours positive et ne devient négative que par l'influence de chute de pluie, de neige ou de grêle, locale ou dans le voisinage. Cette électricité s'accroît avec l'état hygrométrique jusqu'à saturation, moment où elle devient maximum avec la pluie et donne des étincelles avec les conducteurs isolés. Il en conclut que c'est à la condensation des vapeurs dans les régions élevées de l'air qu'il faut attribuer l'électricité des nuages. Mascart et Joubert ont démontré que le potentiel électrique, par un temps clair, s'accroissait de 10 à 100 et même 300 volts, soit une unité électrostatique par mètre. Si cette augmentation était due à une charge répandue sur le sol, il faudrait que celle-ci fût négative et égale à 10^{-13} coulombs par centimètre carré, ce qui correspondrait à une tension électrique très faible, égale seulement à un demi-millionième de dyne. Mais, entre tête et pied dans de bonnes conditions météorologiques de sécheresse, elle peut s'élever à plusieurs milliers de volts. Ainsi s'explique l'étincelle jaillissante

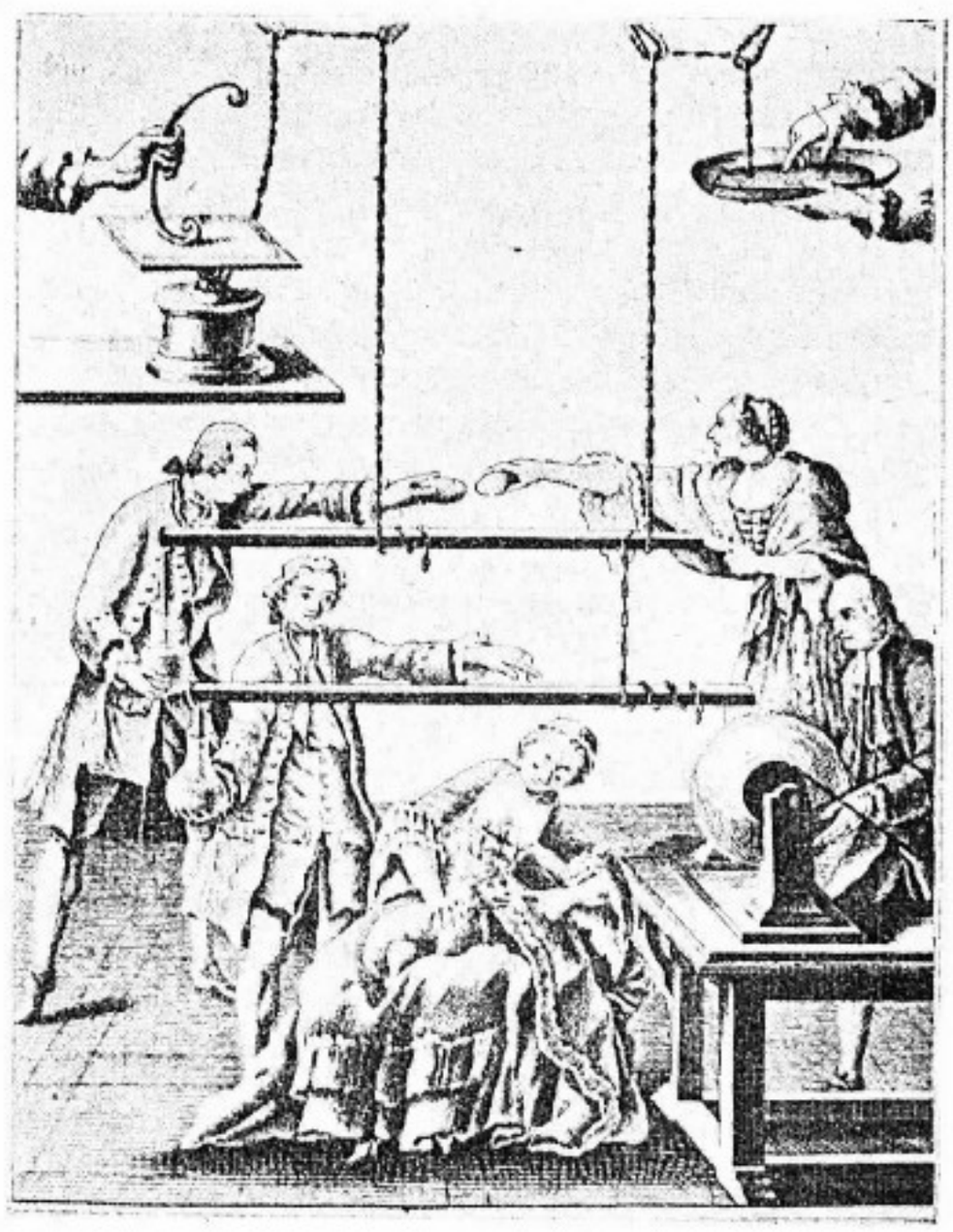


Fig. 3. — Première machine électrique statique à globe de soufre ou de verre frotté à la main.

du clou de la chaussure ferrée ou du piolet des touristes dans les ascensions en montagne. Cette électricité atmosphérique formée de poussières cosmiques chassées par la pression de radiation, de débris d'atomes, de ruptures de molécules diverses résultant de frottements, d'actions vibratoires d'origine solaire pour la plupart, disséminée dans l'espace, exerce de-

puis sa connaissance, la sagacité des physiciens. De telles recherches n'ont pas moins intéressé les physiologistes et les médecins qui ont recherché leur influence sur les êtres organisés et notamment sur l'homme. Marat, qu'on pourrait s'étonner de voir émettre ici une opinion, mais qui fut médecin et électrothérapeute avant d'être le tribun révolutionnaire que l'on connaît mieux, n'admettait pas que l'électricité atmosphérique put avoir quelque effet sur l'économie humaine et il l'opposait à l'électricité artificielle à laquelle il consacra un livre. Il pensait que celle-ci était seule efficace sous la forme de frictions, d'étincelles ou par commotion. Son emploi était justifié dans les tumeurs externes indolantes, l'œdème des membres, les éruptions cutanées, les paralysies, l'hémiplégie, le rhumatisme, la sciatique, les coliques de plomb, affections assez disparates dans leurs dépendances thérapeutiques. Par contre, l'abbé Bertelon, comme Palas, avait une opinion adverse, croyait à son importance dans l'état de santé et de maladie et eut l'avantage, devant un jury de l'Académie de Lyon, de se voir décerner un prix pour sa communication intitulée : *De l'influence de l'Electricité atmosphérique sur les maladies*, et où il faisait également un précieux résumé des travaux antérieurs parus sur ce sujet. Mais, pris d'une extravagante prétention, il en fit le remède universel, sans appuyer ses affirmations sur de probantes observations, de solides arguments et une irréprochable expérimentation. Son opinion ne fut pas suivie, mais on y revient actuellement avec plus de modération. L'influence de l'électricité à haute tension, telle que la débite actuellement la machine à plateaux de Wimhursts, se rapproche de celle que l'on rencontre dans l'atmosphère et a des effets indéniables sur l'organisme, comme je l'ai rapporté, notamment sur le calme et le sommeil qu'elle donne aux irritables nerveux. A travers l'espace, petits ions et gros ions des deux signes coexistent en proportion variable suivant l'humidité, la pression barométrique, les vents et la température dont ils dépendent dans une certaine mesure. Aussi a-t-on souvent confondu leurs actions respectives. La diminution des ions négatifs de l'air, d'après Dienert et Happel seraient cause de l'apparition des douleurs des nerveux et rhumatisants et l'augmentation des ions positifs auraient le même effet. Tandis que les premiers ralentiraient la respiration, les seconds l'accélèreraient. Laignel-Lavastine et Sardou, de Nice, ont démontré par une analyse documentaire qu'en dehors de ces facteurs météorologiques qui ont une telle importance dans nos échanges avec le milieu extérieur, il ne fallait pas négliger l'influence sur le sympathique du champ électrique dans lequel nous sommes plongés. La différence de potentiel entre tout organisme vivant et le milieu dans lequel il est placé, constitue pour Pech, son indice de nutrition. On la constate à l'aide d'un galvanomètre sensible dont on ferme le circuit entre le sujet et la substance à reconnaître et sur le même individu entre ses divers organes et tissus. Prendre le grand air, ce serait encore aller respirer l'air fortement électrisé de signe positif qui flotte sur les mers et en rase campagne, là où ni la présence des maisons dans les villes, le voisinage des futaies et les éléments ionisés de l'atmosphère ne permettent son écoulement par décharges successives et incessantes dans le sol. Cependant, il ne passe par ce courant vertical que quelques millionièmes d'ampère par kilomètre carré. L'électricité négative donne du calme, puis déprime avec énervement, mais l'électricité positive est tonique. La question du cosmosympathisme est posée et cette sensibilité météorique ne reste plus le fait d'une simple observation populaire à laquelle on est encore parfois contraint de se confier. Une telle question est entrée cependant déjà dans les voies de l'expérimentation avec Vlès. Après de multiples essais sur les animaux, cet habile physicien a isolé électriquement des enfants en enlevant tout contact de leur corps avec le potentiel de la terre. Il a constaté chez tous sans exception et d'une façon à peu près uniforme une augmentation de poids sensiblement plus grande que la normale. Ces mêmes enfants, remis au contact du sol, c'est-à-dire en tension avec lui, ont perdu cet accroissement de poids qui avait été constaté. Cet isolement favorable au développement ne le serait-il pas à la santé des hommes ? Tous ces effets ont encore trouvé des explications dans la présence signalée par Nodon et étudiée avec une certaine précision par Millikan, de ces ondes cosmiques de très haute fréquence, dont l'intérêt biologique serait très important, mais qu'on n'a pu encore justifier par des épreuves absolument irréfutables sur l'être vivant. Viennent-elles même des espaces sidéraux au delà de la stratosphère ?

J'ai parcouru jusqu'à nos jours, et à grands traits, l'historique des phénomènes électriques tels qu'ils s'étaient présentés dans l'ordre chronologique de nos connaissances. Electricité statique, dynamique, terrestre et atmosphérique, par frottement et par influence, sa condensation, son accumulation et sa conservation dans des condensateurs et son utilisation sous ces diverses formes en médecine. Elles constituent le legs de nos grands anciens. Vers la fin du dix-septième siècle, surgit un événement prodigieux. En 1790, Galvani voit la contraction des pattes d'une grenouille se produire par contact avec un arc métallique. L'expérience est maintes fois renouvelée de différentes façons sur la table du laboratoire (fig. 5). Le savant physiologiste de Bologne l'attribue à une décharge

comparable à celle d'un condensateur organique. De la controverse et de l'opposition scientifique qui résulte d'une telle interprétation du phénomène que Volta n'accepte pas, naît une découverte non moins sensationnelle. Le physicien de Pavie explique le mouvement provoqué dans les muscles par le choc du courant électrique qui s'est formé au contact des métaux. Avec des éléments, en assez grand nombre, placés les uns au-dessus des autres et séparés par une rondelle de drap imprégnée d'un liquide acide, il constitue la pile (1800). Grâce

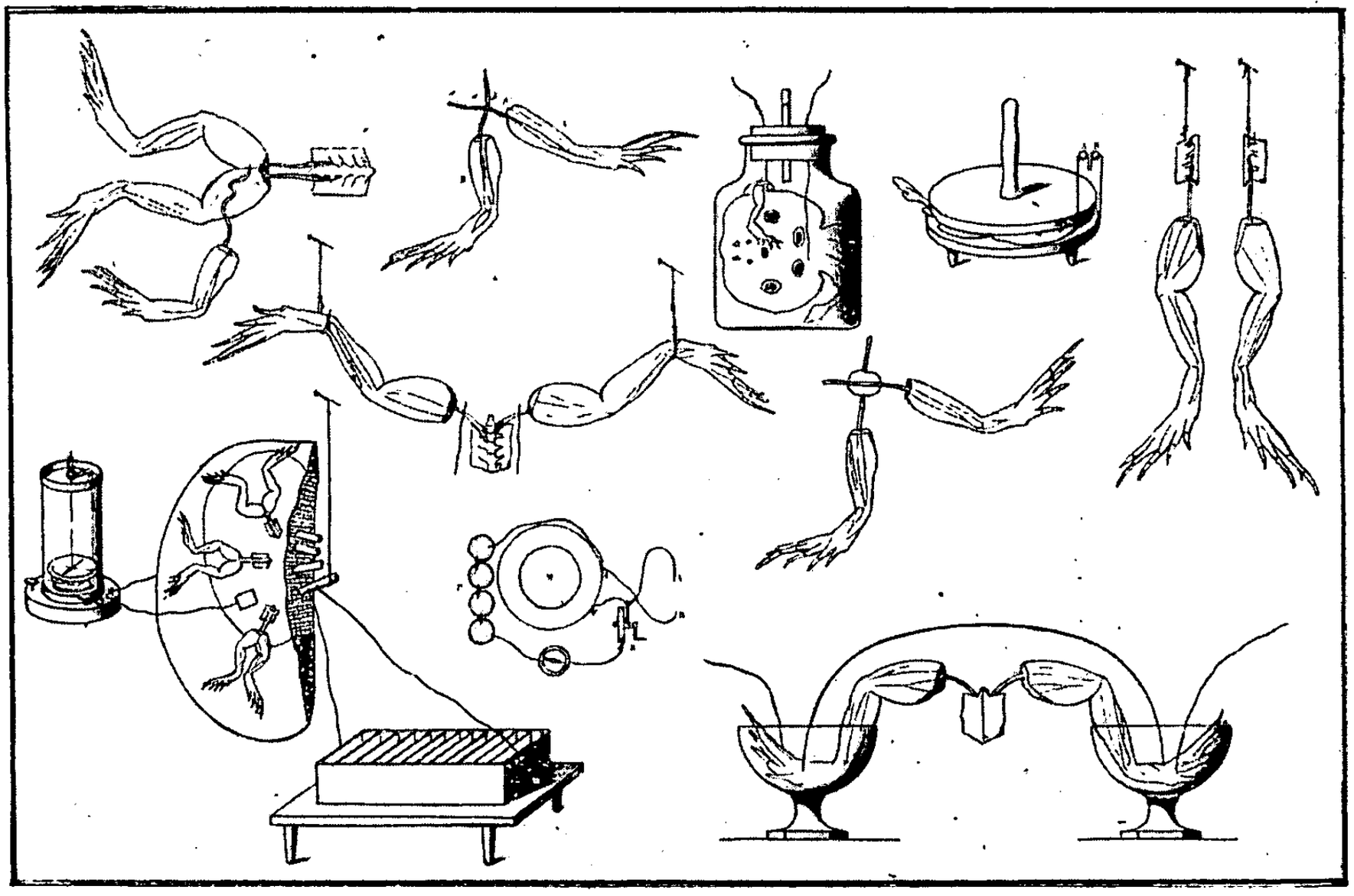


Fig. 5. — Expériences électrophysiologiques avec la torpille et les muscles et nerfs de pattes de grenouille (Matteucci).

à elle, des étincelles jaillissent, un fil s'échauffe et rougit. Ces actions calorifiques et lumineuses seront réglées plus tard par les lois de Joule. La décomposition électrolytique une fois constatée et dont la chimie et l'industrie (Humphrey, Davy), se sont emparées pour la préparation des corps a donné aussi à Planté, en utilisant leur réversibilité d'action, l'idée de construire l'accumulateur. Mais un courant dévie l'aiguille aimantée d'une boussole (Oerstedt), attire ou repousse (Arago) suivant leurs sens d'autres courants (Ampère). Ces influences magnétiques à distance ouvrent à Faraday le merveilleux chapitre de l'électrodynamique. Le mécanisme de cette transmission éthérée sera expliqué par la théorie de Maxwell, démontrée par les expériences de Hertz, illustrées par Tesla et ces ondes, captées dans l'espace par le cohéreur de Branly, deviendront l'origine de la télégraphie sans fil, vol de la pensée à travers l'espace.

Mais pendant cette évolution si rapide, qu'était devenue la thérapeutique ? La médecine, toujours si attentive à son rôle humanitaire pour soulager la douleur, a suivi pas à pas tous ces progrès quand elle n'a pas été l'initiatrice du développement de cette science nouvelle. Par la physiothérapie, elle a fait successivement appel, au fur et à mesure qu'elle se montrait à toutes les manifestations de l'électricité appliquées au diagnostic et au traitement. Galvanisation, ionisation, faradisation, darsonvalisation et rayons X de Rœntgen servent tour à tour à ces divers offices. Dès ses premières observations, Galvani, qui, dans son premier enthousiasme, avait cru découvrir l'origine de la vie, prédit toute l'importance de son expérience, tandis que l'entomologiste Swammerdam, qui en avait l'antériorité inconnue, ne s'était pas douté de ses immenses conséquences. Dans son travail intitulé *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius*, de 1791, divisé en trois parties, il traitait successivement de l'influence de l'électricité artificielle, atmosphérique et animale dans l'excitation des contractions musculaires. C'était allier et comparer deux époques. Toutes les affections furent traitées. Des esprits judicieux mettaient en garde les praticiens contre un optimisme exagéré et la croyance à l'accomplissement de mi-

racles. On eut de nouveau recours à des traitements dont l'antiquité n'aurait rien eu à envier, tel le port de ceintures électriques, vantées à leurs crédules clients. Malgré ces prétentions déraisonnables, où partisans et détracteurs nuisaient autant à son magnifique développement, cet acheminement triomphal est marqué du jalonnement de quelques noms remarquables.

En 1801, Grapengeisser et deux ans après, Aldini, ajoutent un traité et des essais sur la galvanisation. L'électropuncture est indiquée dès 1825 par Sarlandière. Sa pratique est assurée avec plus d'audace par Magendie dont les eures de cette chirurgie nouvelle sont citées sans mention de contre-indications. Avec la découverte de la bobine de Rhumkorff, construite d'après les principes de Faraday, s'ouvre une nouvelle période.

Un des plus célèbres électrophysiologistes de ce temps, Duchenne de Boulogne, en assure l'utilisation. Ses travaux sur la physiologie musculaire à l'état normal et pathologique sont encore consultés avec intérêt. Dès 1836, Golding Bird établit le premier service d'électrothérapie à l'hôpital Grey et au printemps de 1847, constitue, par des conférences faites au Collège royal de Médecine, un enseignement sur *l'électricité et le galvanisme par rapport à la physiologie et à la thérapeutique*, avec l'indication des méthodes en usage en son temps et en des termes qui ont peu changé.

Tripier fut en France le meilleur protagoniste de cette science vers 1858 et modifia son instrumentation jusqu'à la perfection. A partir de ce temps et en s'échelonnant à quelques lustres d'intervalle, apparaissent Richardson, Apostoli et enfin Leduc, de Nantes, qui appliquèrent les méthodes ioniques à l'introduction des médicaments à l'intérieur des tissus et des organes.

Aussitôt l'apparition des courants de haute fréquence connus, Oudin créa le résonateur mais d'Arsonval, attaché à leur étude, avait acquis une telle notoriété par sa science créatrice que son nom leur est donné dans leurs applications médicales. J'arrive ainsi au terme de l'évolution de l'électrothérapie que j'ai suivie depuis ses modestes débuts. C'est le moment d'en établir la synthèse telle qu'elle apparaît dans l'œuvre scientifique des temps modernes.

Les effets thérapeutiques de l'électricité peuvent, en apparence du moins, se résumer en une double action, mécanique et électronique. A la première revient un rôle de choc, d'excitation comme la contraction musculaire, de révulsion par étincelage, de calorification simple ou diathermique, de destruction par électro- ou diathermocoagulation et même de carbonisation. Au second est dévolu un pouvoir physico-chimique moléculaire, ionique, électronique. Ici entre plus particulièrement en cause cet élément primordial, l'électron, cette sorte de présubstance énergétique qui sert à l'édification, aux mutations et aux transformations de tous les corps.

Actuellement, tout s'explique par sa présence. Il accompagne tout mouvement, s'affirme depuis l'origine des temps par la foudre ; on ignore encore cependant sa nature propre et bien que partout, il ne peut être obtenu pratiquement pour son utilisation qu'à l'aide d'un machinisme d'invention complètement humaine. Dès qu'une différence de potentiel, positive et négative existe entre deux pôles, l'équilibre se rétablit par une étincelle ou par l'intermédiaire d'un conducteur visible dans lequel se trouvent mobilisés en nombre considérable, par milliards, ces électrons dont l'écoulement constitue le courant électrique. Ce dénivellement s'évalue en volts, la quantité d'électricité en coulombs, l'intensité, en ampères et la résistance au passage du courant, en ohms, toutes valeurs régies par la loi d'Ohm. Des dérivés en méga, hecto, kilo, d'une part, d'autre part, en milli et micro expriment respectivement des puissances plus grandes ou plus petites. Cependant, récemment, j'ai démontré comment ces divers facteurs pouvaient être rendus indépendants grâce aux courants de saturation, principalement des lampes valves ou triodes et j'ai tiré les conséquences de cette libération au point de vue scientifique et déjà en ce qui concerne les résultats organo-physiologiques et thérapeutiques que j'ai obtenus (1).

Enfin, ce courant peut être constant, continu, galvanique (piles et accumulateurs) ondulant ou interrompu, discontinu. S'il change de sens à chaque interruption, c'est du courant faradique que produisent les bobines à trembleur ou le courant alternatif, simple ou à plusieurs phases, de nos réseaux de force ou de lumière employé dans l'habitation et dans l'industrie. Sa tension, généralement, s'élève de 110 à 120 volts à 50 périodes à la seconde. Quand ces alternances atteignent environ 10.000 dans le même temps, les phénomènes moteurs et sensitifs d'ordre physiologique disparaissent avec ces courants dits de haute fréquence, haute ou basse tension. Alors apparaissent avec eux, les phénomènes électro-magnétiques des ondes et les tourbillons inductifs.

Le corps humain se comporte à l'égard du courant électrique comme un soluté d'électrolytes très variés, de composition, de concentration changeante ou prédomine le chlorure de sodium et dans lequel se rencontrent de nombreux obstacles, de grosseur, de consistance, d'orientation variables qui créent des

(1) *C. R. de l'Acad. des sciences*, 27 février 1933, n° 9, p. 649.

résistances très différentes. Ici interviennent également des phénomènes de polarisation de la première surface, la peau, puis des membranes cellulaires et de tous les intermédiaires interposés, dont la force contre-électromotrice peut s'élever jusqu'à vingt volts (Strohl).

En ce qui concerne les courants de haute fréquence, cette résistance croît avec les fréquences, ce qui serait l'indice, a-t-on pensé, d'une véritable absorption des oscillations de très courtes longueurs d'onde et expliquerait l'intensité de leur action, si toutefois ne doivent pas intervenir en grande partie dans ce cas, des phénomènes de capacité dans le circuit oscillant.

L'étude des constances de la résistance électrique démontre et mesure la profonde répercussion cellulaire au choc humoral dont les troubles anaphylactiques ne sont que la traduction apparente.

Quant au flux électrique lui-même, il s'établit par les ions libres chargés d'électrons. Cette chevauchée d'anions transportant leur radical acide vers le pôle positif et de cathions ou bases allant au pôle négatif, constitue à travers notre corps avec le concours ou l'accompagnement des électrolytes organiques, la galvanisation. L'adjonction sous les pôles d'un médicament transporte les ions de la substance dans nos tissus après passage de la peau au niveau d'une blessure ou des tubes glandulaires. Au début ou au terme du voyage, suivant la nature et le mode d'application, la largeur de l'électrode active ou l'intensité du courant, des altérations corrosives plus ou moins marquées, se montrent sèches au pôle positif par l'ion acide, molles avec la base au pôle négatif. Des escharres superficielles ou plus ou moins profondes peuvent en résulter. Provoquées à dessein, elles sont utilisées pour des coagulations anévrysmales, des destructions ou résolutions cicatricielles et la mortification de petites néoformations de diverses natures, bénignes ou graves. L'épilation directe par nécrose du bulbe du poil à l'aide d'une aiguille ou par ionisation au thallium, la cautéristaion des noyaux lupiques, des acnés, des chéloïdes, la stérilisation des plaies et principalement des fistules, au zinc, des verrues et carcinomatoses à la magnésie, la modification et résorption des cicatrices à l'iode ou au calcium et même l'anesthésie à l'aconitine sont surtout des actions de surface dont certaines sont traumatisantes.

En profondeur, et dans les affections générales, les médicaments ionisés dont nous citerons principalement les iodures, salicylates et lithines agissent à proximité et jusque dans les profondeurs des organes. Après cette introduction, ils sont emportés par le courant circulatoire puisqu'ils apparaissent dans les urines. Leurs effets physiologiques locaux ou généraux dans le basedowisme et dans les affections goutteuses et rhumatismales démontrent péremptoirement qu'ils sont très disproportionnés, grâce à leur état naissant, avec les doses infinitésimales qui sont employées.

Ces déplacements d'ions ont également un rôle bien marqué dans la désinfection, désintoxication toxique (plomb, arsenic...), ou sérique (diphtérie...) dans l'activité et l'assimilation nutritive des tissus en changeant les propriétés chimiques des éléments cellulaires ou l'état électrique de leurs membranes. Il en résulte des variations de leur perméabilité sélective aux déchets et aux substances de reconstitution organique.

Toutes ces modifications tissulaires intimes apparaissent d'une façon évidente dans le traitement des diverses régénérations des nerfs traumatisés ou infectés et dont les symptômes se traduisent par des algies, des troubles névritiques, des paralysies. Physiologiquement, cette action sur les nerfs est démontrée par des effets d'anélectrotonus et de catélectrotonus et les variations de leur chronaxie. Enfin, si nous faisons appel à toutes ces actions combinées, nous comprendrons aisément comment le courant électrique exerce son influence générale par des modifications vaso-motrices, sécrétoires, réflexes, locales, à distance et tient sous sa dépendance cette sclérolyse indiquée par Leduc grâce à laquelle, empâtements, engorgements synoviaux et articulaires se dissolvent et résorbent leurs excrétas. Il en résulte encore la disparition de la fatigue, la fonte de la graisse, la résorption des œdèmes par ce double chassé-croisé des ions. Sa valeur résolutive se signale enfin, sur les syndrômes d'origine réflexe comme certaines contractures et algies (Babinski, Froment) et sur toutes les associations organo-hystériques qu'il décèle et guérit.

L'électrothérapie permet, en outre, de faire contracter individuellement les muscles, sorte de dissection non sanglante. Elle possède à ce titre pour tous les accidents une grande valeur rééducative fonctionnelle. La science moderne a tenu d'apporter sa création à ce merveilleux édifice, pour en augmenter la splendeur. La physique des ondes interprète actuellement sur un clavier immense d'environ soixante-dix octaves les gammes de ses plus grandes vibrations allant de plusieurs dizaines de mille kilomètres à la seconde aux plus courts frémissements cosmiques inférieurs aux diamètres de l'atome. Toutes, hertziennes, infra-rouges, lumineuses, actiniques, rayons de Holweck, de Roëngen, de Curie, de Nodon et Millikan présentent un intérêt biologique important. Dans leurs premières fréquences, ces ondes électro-magnétiques ne paraissent pas avoir un rôle essentiellement différent d'une action mécanique qui

suffit presque en partie à en expliquer leurs effets.

Cette interprétation est incontestable en ce qui concerne les effluves, l'étincelage et la fulguration employés comme révulsifs et même les derniers comme cautérisants, destructeurs des néoformations et utilisés à ce titre, depuis longtemps, sur l'initiative de Doyen.

La diathermie n'est bien que la résultante d'une résistance électrique chauffante des tissus. Elle atteint intimement les organes internes quand tous les autres procédés de calorification ne s'adressent que superficiellement aux mêmes causes morbides et par répercussion ou propagation.

Quant aux phénomènes d'induction par self, dans la cage de d'Arsonval ou de condensation sur le lit condensateur, diffèrent-ils beaucoup des ondulations électriques à travers un simple conducteur organique sans qu'il y ait besoin de faire appel à des frottements moléculaires et à une pulsation synchrone de leur complexe constitutif ? En augmentant leur intensité sur une surface de contact réduite, ces mêmes courants coagulent, brûlent, coupent les tissus et servent à la destruction de toutes ces néoformations accessibles, avant qu'elles aient pu par leur développement trop considérable marquer notre impuissance à les guérir.

Il y a lieu de tenir compte aussi, comme je l'ai démontré, de la présence dans le corps humain de toute parcelle métallique allongée dans le sens du flux qu'elle canalise en le concentrant à chacune de ses extrémités, avec une intensité qui pourrait être suffisante pour cautériser et brûler. Leurs oscillations sont en moyenne, comprises entre cent et six cents mètres, c'est-à-dire trois millions de vibrations à la seconde. En descendant au-dessous pour les transmissions télésanfilistes, on remarqua bien vite leur action nocive sur l'organisme des manipulateurs, à l'émission où leur intensité exige une grande puissance. Ceux-ci éprouvaient de la céphalée, de la lassitude, des phénomènes nerveux divers, des troubles sanguins, de l'hématose et présentaient une fièvre de un à deux degrés supérieure à la température normale. L'idée de la pyrothérapie physique était

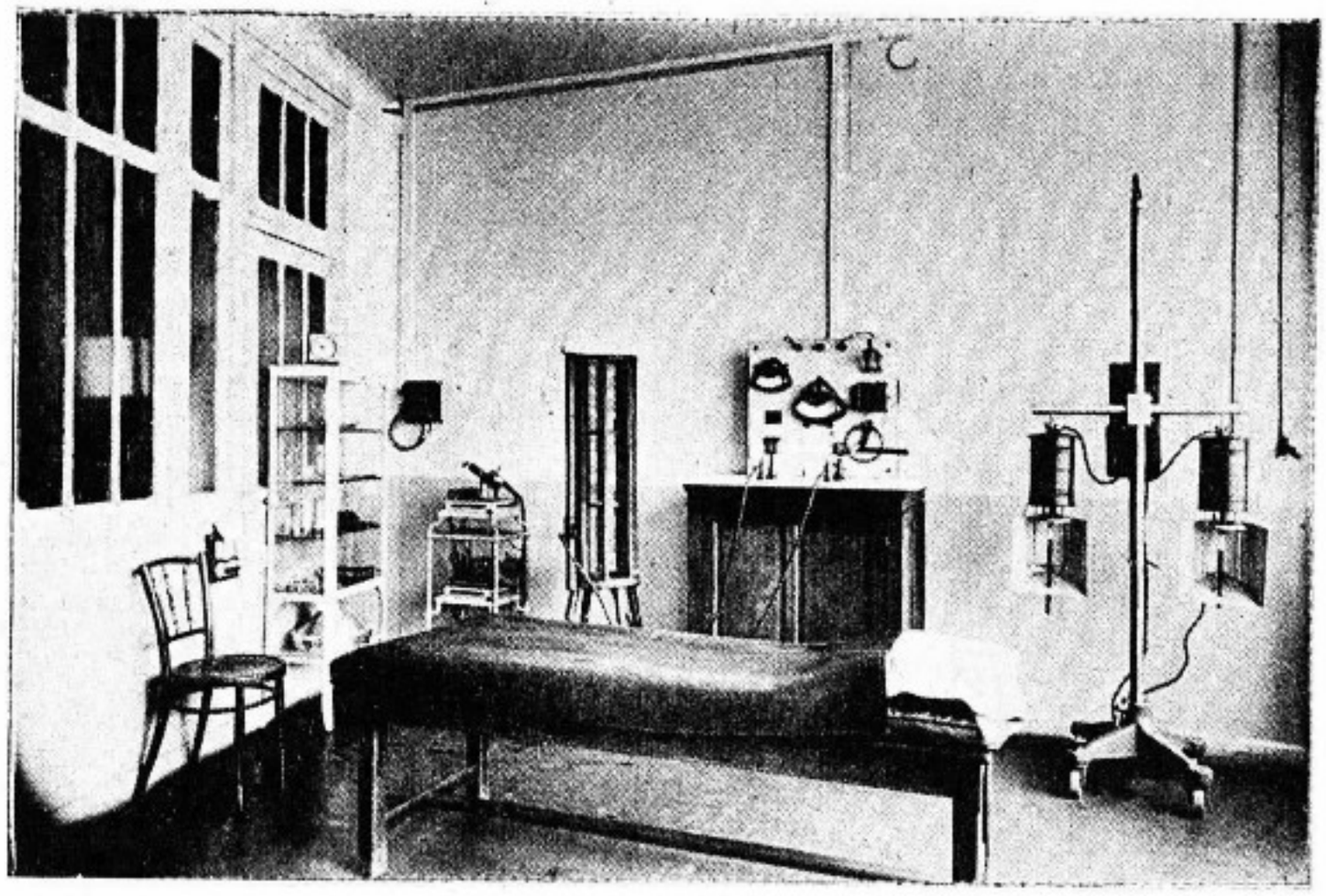


Fig. 6. — Salle d'Electrothérapie.

née à l'instar de la malariathérapie. Cette chaleur ne paraît pas en être le seul effet.

En descendant à trois mètres, et au-dessous à quelques centimètres, la pénétration de ces ondes aurait une action encore plus grande. Plus courtes, très courtes, elles feront, sans doute, partie de la thérapeutique. Comme nous l'avions pressenti dans un travail antérieur, il y aurait intérêt à les diriger et à les concentrer à la manière de Hertz lui-même. Au fur et à mesure que s'élève le registre des fréquences, notre organisme de plus en plus sensible éprouve pour chacune d'elles, une sélectivité réactionnelle suivant les tissus, leur situation, leur état, leur vieillissement et la façon dont ces radiations sont employées et perçues. Réparatrices ou disloquantes et destructives, harmoniques ou dissonnantes, amplificatrices, édificatrices ou dégradantes, elles annihilent ou renforcent leurs effets entre elles. Ceci se traduit dans la substance sous la forme chimique apparente d'oxydations, polymérisa-

tions, décompositions et combinaisons par arrachement en définitive d'électrons négatifs de l'édifice moléculaire organique.

Nous ne sommes qu'à l'orée de ces vibrations et pour rester fidèle à notre travail nous devons ignorer la lumière avec les ondes qui la précèdent et la suivent dans un presque constant accompagnement, les infra-rouges et les ultra-violets. Vient ensuite le rayonnement qui s'étend entre 0,25 et 0,008 Angström. Dans ce champ qui paraît étroit, s'intègrent les resplendissantes merveilles des rayons X de Röentgen et du radium de Curie (fig. 6).

J'arrive ainsi au terme d'un sujet qui a dépassé de très loin son modeste titre. Il en devait être ainsi.

L'électricité a d'abord été une redoutable énigme que le génie humain a comprise pour l'assujettir à ses fins. Elle est devenue la cause du dynamisme matériel et des phénomènes de la vie organique. La pensée a subi avec sa connaissance une évolution qu'elle poursuit avec de Broglie jusque dans l'explication intégrale de la matière force, énergie concentrée, électron, nœud de vibrations. Thalès, que par le recul des temps on peut considérer comme contemporain d'Hérodote, expliquait tous les phénomènes naturels avec l'eau ; Anaximène avec l'air, Héraclite avec le feu, Démocrite avec les atomes et Pythagore, dont l'esprit veille encore au cœur du mathématicien, faisait tout dériver du nombre.

De nos jours comme déjà l'avait pressenti Théophraste pour la tourmaline, l'électricité est devenue l'âme des choses. Il y a cependant une différence considérable.

A l'*a priori* des théories anciennes s'est substituée une méthode d'observation qui tend à ne jamais abandonner la réalité de l'expérimentation devant les séduisantes et brillantes hypothèses des généralisations hâtives.

Cette association de la pensée, de l'imagination, de l'expérimentation et de l'analyse rigoureuse des faits, a donné à la science cette belle moisson de l'esprit où la médecine a si largement sa part bienfaisante et productrice.

Il y aurait une erreur cependant à ne voir dans cette évolution qu'un parallélisme entre la physique et la thérapeutique. Il a fallu que sous l'impulsion de Georges Bell et surtout de Magendie et de Claude Bernard se forment et se coordonnent les connaissances de la physiologie et de la clinique sans lesquelles toutes tentatives seraient restées vaines.

Ce qui nous importe le plus, à nous médecins, c'est de croire légitimement aux bienfaits présents de l'électrothérapie et aux réalisations futures si belles d'espérances nouvelles qu'elle accomplira encore dans la science et l'art de guérir.

NOTE SUR LES PARALYSIES DES VOLAILLES

par H. POISSON

Directeur du Laboratoire Central du Service Vétérinaire de Madagascar

Sous les noms de paralysie, de polynévrite, de faiblesse des pattes (Leg-weakness des auteurs anglais), de neuro-lymphomatose on a décrit un certain nombre d'affections des volailles relevant de causes très diverses et qui atteignent soit les jeunes, soit les adultes, mais qui sont toutes caractérisées par une impuissance fonctionnelle de l'appareil sensoriel ou locomoteur.

Déjà, en 1928, Doyle (1) écrivait : la paralysie des poules est une maladie parmi les plus graves et les moins bien étudiées. Elle paraît associée à des affections décrites sous d'autres noms telles que l'iritis, l'encéphalite, la myélite, la polynévrite, dont la paralysie est un des principaux symptômes et dont l'étiologie semble être la même pour toutes. Cet auteur attribue la maladie à un virus neurotrope — il semble qu'il s'agit pour cet auteur de la neuro-lymphomatose dont la paralysie et l'iritis sont les symptômes les plus courants.

Tout récemment, la même opinion était énoncée par Normann Hall en Nigeria (1) qui à

(1) Doyle. Paralysie des poules. *Animal pathology Exchange*, janvier 1928.

(1) Normann Hall. Polyneuritis in Fowls. — A note on the occurence of the disease in Northern Nigeria. *The veterinary Journal*, août 1932, page 337. Dans ce travail, une planche montre une dissection comparative des plexus brachial et sciatique chez une poule saine et chez une poule malade. Dans ce dernier cas, on constate un allongement et une hypertrophie dégénérative des nerfs malades.

propos de deux cas de polynévrite constate que le terme paralysie des volailles est confus et embrasse des maladies d'origines diverses.

En fait, le syndrome paralytique des volailles peut se ramener à deux types de formes : 1° celles de la tête, 2° celles des membres (ailes et pattes) (1).

A. — Paralysies de la tête

Paralysie du nerf auditif— Sous ce nom, Kaup (2) a décrit une affection des volailles à forme paralytique particulière, causée par une inflammation de l'oreille moyenne ou interne, c'est en somme une otite qui peut être déterminée par diverses causes : on l'observe dans la peste aviaire, dans la coccidiose, dans la méningite contagieuse des Pigeons, dans la carie de la portion pétrée du temporal, dans certaines affections du cervelet et de la moelle allongée, dans les traumatismes de la tête, etc.

On distingue la *paralysie du nerf cochléaire* et celle du *nerf vestibulaire.*

1° *Paralysie du nerf cochléaire.* — Cette paralysie de l'organe essentiel de l'ouïe peut être congénitale, elle est due à une structure défectueuse du ganglion spinal d'où résulte une dégénérescence de l'organe de Corti. La paralysie de ce nerf peut être aussi causée par une cause inflammatoire dans l'oreille interne, une maladie de l'encéphale ou du bulbe.

Cette maladie peut être uni ou bilatérale dans ce cas la surdité est complète alors que dans le premier cas les symptômes sont quelquefois si peu accusés qu'ils échappent au propriétaire de l'animal.

2° *Paralysie du nerf vestibulaire.* — Le paralysie unilatérale du nerf vestibulaire est mise en évidence dans tous les cas par la tête tenue en oblique, le côté malade étant tenu plus bas. La tête peut être placée dans une position spéciale, par exemple sous la partie supérieure du corps. La tournure de la tête peut être de 45°, 75° et peut aller jusqu'à 180° ; la tête peut être tellement renversée qu'elle touche le sol. Cette position anormale de la tête cause à l'animal toutes sortes de mouvements anormaux : locomotion en cercle, marche titubante. La prise de la nourriture toujours difficile est parfois impossible.

Quand la maladie est bilatérale elle ressemble étroitement à l'ataxie cérébelleuse ; seulement les symptômes sont limités à la tête et au cou.

Lorsque la paralysie dépend d'une maladie particulière ces symptômes n'ont pas un caractère permanent et peuvent disparaître en quelques jours ou semaines alors qu'ils persistent quand ils sont dus à une lésion du nerf auditif.

Dans les cas de traumatismes, on peut quelquefois nourrir artificiellement l'oiseau. Dans les cas de méningite contagieuse des Pigeons, on isolera les malades, on donnera du calomel et on maintiendra de l'eau glacée sur la tête.

Kaup relate un cas sur une poule Rhode-Island de 2 ans et reproduit une photographie de ce malade dans laquelle on voit l'inclinaison de la tête à 45° ; l'animal s'alimentait avec difficulté et mourut au bout de 6 jours.

Un deuxième cas cité par Kaup est celui d'un Oiseau qui présente des symptômes similaires du premier mais dont l'examen du canal auditif et du crâne sont négatifs, après une période de 5 semaines il revint graduellement à la santé et guérit.

Un autre cas encore est rapporté : c'est celui d'un jeune poussin de race Plymouth-Rock provenant d'un lot de poulets couvés en incubateur. Ce malade âgé de dix jours présente de la paralysie du nerf auditif, il mange et boit avec difficulté, tient la tête basse et les pattes rétractées sous le corps ; quelques jours après une amélioration se produisit et la guérison arriva en trois semaines ; l'auteur exprime l'idée qu'il s'agissait peut-être d'un traumatisme.

Un quatrième cas est signalé dans un élevage de 500 poussins incubés artificiellement de race Leghorn blanc. Le troisième jour après l'éclosion on trouva un poussin ayant la tête inclinée à 45° et marchant en cercle. Cet oiseau mangeait très difficilement et dut être aidé pour cela ; il succomba au bout de trois semaines.

Cas observés à Madagascar. — A Madagascar on a constaté en 1932 plusieurs cas qui semblent se rapporter à cette maladie :

Première observation. — Une Poule Rhode-Island adulte entre dans le service le 3 mars et y est hospitalisée. L'animal porte le cou tordu et la tête renversée surtout à certains moments qui paraissent correspondre à des crises, marche à reculons et effectue des mouvements de cercle ; les membres sont tantôt rétractés sous le corps et effectuent une sorte de grattage tantôt sont en position normale ; le 10 mars les mouvements des pattes ont provoqué une plaie en avant de la poitrine et le jabot est mis à nu ; cependant la plaie se cicatrise, la poule se nourrit très difficilement, puis dans les derniers jours du mois tient constamment la tête en bas et ne mange plus à partir du 25. Elle meurt le 30. A l'autopsie on trouve un cadavre émacié et rien de particulier dans les organes.

Deuxième observation. — Une poule com-

(1) Chez certains sujets, la paralysie peut porter sur les membres et sur la tête, mais ce sont des cas graves dans lesquels la paralysie s'est généralisée.

(2) B.-F. Kaup. Paralysis of the auditory nerve of the Fowl. *The veterinary Journal*, 1916, page 228.

mune du Haras d'Anosimasina a présenté les mêmes symptômes que la Rhode-Island et a été abattue par le propriétaire.

Troisième observation. — Un coq Sussex adulte de 2 ans entre le 25 octobre dans le service ; il a la tête déjetée et déviée à gauche de 30° environ, il ne marche que latéralement ou en titubant parfois des mouvements de marche en cercle inachevé sont enregistrés ; par moments l'animal reprend l'allure normale, l'appétit est conservé et le poulet mange bien ; à la date du 16 novembre il semblait plutôt aller mieux.

Acariases du conduit auditif externe. — Neumann (1) et avant lui Lax, Klée, ont signalé des cas de paralysie de la tête par acariases dans lesquels on observait des mouvements de la tête de bas en haut, une marche en cercle et un amaigrissement rapide. Klée attribue cette maladie à une invasion de *Dermanyssus avium*.

Il est possible que ces affections, souvent mortelles, soient dues, dit Neumann, à différents acariens et non aux seuls Dermanyssus.

B. — Paralysies des membres

Carences alimentaires

a) *Déficience calcique.* — 1° Paralysie consécutive aux affections du gésier. Cette forme de paralysie a été étudiée récemment par Blount (2). Cet auteur indique que beaucoup d'entérites qui se compliquent de paralysies sont imputables en partie à une déficience calcaire et il montre que le gésier joue un rôle prépondérant dans l'absorption des matières minérales calcaires. Il indique aussi que cet état de déficience en calcium du gésier favorise le développement des parasites intestinaux.

2° Paralysie des membres inférieurs consécutive à la présence de corps étrangers dans le gésier. J'ai eu l'occasion de constater en 1929 une paralysie des membres inférieurs avec douleurs de l'abdomen chez un canard possédant dans le gésier de très nombreux corps étrangers (3) ; antérieurement j'ai constaté des faits de ce genre chez l'autruche qui est un oiseau ingérant facilement les objets les plus divers. Depuis j'ai eu l'occasion de trouver très fréquemment les objets les plus divers dans les gésiers et je suis arrivé aux mêmes conclusions que Blount en indiquant que c'est souvent la déficience calcaire et phosphatée qui pousse les oiseaux au pica.

Lorsque le gésier est plus ou moins rempli de corps étrangers, il laisse passer assez mal les aliments ; ceux-ci plus ou moins mal digérés restent souvent en stase dans l'intestin produisant une constipation avec paralysie consécutive des membres analogue à la coprostase des carnivores.

b) *Mauvaise utilisation de l'azote.* — On sait depuis fort longtemps qu'il faut un minimum d'azote pour maintenir l'équilibre azoté chez les êtres vivants. Waller exprime cette idée par la formule : gain ou perte d'azote = gain ou perte de chair ; lorsque, dit-il (1), pendant un temps donné l'absorption d'azote l'emporte sur son élimination, c'est qu'il en reste dans le corps, mais il ne peut y rester que sous forme de chair. Dans ces conditions un animal augmente son tissu musculaire, le contraire se produit s'il élimine plus d'azote qu'il n'en absorbe.

Ataxie locomotrice et néphrite des poussins. — Sous le nom de « Crazy Chicks », Dunlap (2) a décrit au Massachussetts, une ataxie locomotrice des poussins âgés de 20 jours à un mois, dont le symptôme principal et caractéristique est une incoordination dans la marche, des mouvements de valse ou en cercle et dans les formes graves une incapacité de se tenir debout allant, dans les formes mortelles, jusqu'à la prostration complète, dans ces cas d'ailleurs la mort arrive en quelques heures. Le taux d'acide urique sanguin chez ces malades est de 2 à 6 fois plus grand que chez les animaux sains.

Dans le travail de Dunlap il est rappelé que Pappenheimer et Goettsch ont décrit une maladie analogue survenue à la suite d'une alimentation défectueuse.

Il semble donc bien que cette maladie soit due à un taux anormal de matières protéiques données dans la ration en vue d'exciter la croissance ; la maladie serait une affection de pléthore aboutissant à une élimination trop grande de matières azotées.

Cette affection se produit dans les élevages où la nourriture est trop abondante et la croissance trop rapide, 5 o/o des animaux atteints succombent et présentent de la néphrite, de la proventriculite ; dans le rein on constate des dégéné-

(1) L.-G. Neumann. Parasites et maladies parasitaires des oiseaux domestiques. Un vol. in-8°, page 214, Paris 1909. Voir aussi : R. Klée. *Deutsche Tierärztl Wochenschr.*, 1901, page 3.

(2) W.-P. Blount. Studies of Fowl Paralysis. *The veterinary Journal*, juin 1932, page 236.

(3) H. Poisson. Pica chez le canard. Présence de corps étrangers dans le gésier. *Bulletin de Pathologie exotique*, 1929, page 230.

(1) Augustus Waller. Eléments de physiologie humaine, 1898, page 301.

(2) Dunlap. An Ataxia of Chicks associated with nephritis. *Journal of the American veterinary medical Association*, juin 1932, page 881. Une figure et 2 photographies microscopiques.

rescences albumineuses et des hémorragies interstitielles. Il est fort possible que ce soit à cette maladie que l'on doive la mort en novembre 1932 d'un poussin d'un mois traité dans le service avec un autre du même élevage qui a guéri.

Chez ce sujet, l'autopsie a montré des lésions nettes de néphrite.

C. — Avitaminose et polynévrite des volailles (1)

Cette maladie de la nutrition affecte les oiseaux de tous les âges avec une susceptibilité particulière pour les jeunes.

Cette polynévrite est due à la déficience de la vitamine B, hydrosoluble dans la ration. Les symptômes sont : un manque d'appétit, de l'émaciation musculaire et de la faiblesse des pattes ; souvent on enregistre aussi des mouvements spasmodiques de la tête et des membres.

Le traitement consiste dans un régime alimentaire contenant de la verdure, un peu de viande ou mieux de la farine de poisson et de la poudre d'os.

En 1932, M. Carougeau qui a étudié l'ostéomalacie des Equidés à Madagascar, signale la fréquence des maladies osseuses des animaux domestiques dues vraisemblablement à des carences minérales, et écrit (2) : la polynévrite des volailles semble se manifester également dans des cas individuels, principalement sur des poulettes de race Leghorn.

En 1932, un coq adulte de cette race, entre dans le service pour paralysie des pattes le 10 octobre et succombe le 14 ; antérieurement, une poule Wyandotte, entrée pour la même raison le 10 juin, meurt le 16 juillet. Chez ces deux animaux, on constate de la néphrite et une émaciation musculaire marquée, l'appétit a été nul ou presque pendant l'hospitalisation. En 1927, Dobbenstein et Haupt (3) étudient la polynévrite des volailles et démontrent qu'il y a deux formes de cette maladie : l'une comprend les troubles dus à une alimentation nocive produisant des lésions provenant du métabolisme, soit des hydrates de carbone, soit des matières protéiques dont le type est la névrite du riz ; l'autre ayant une étiologie obscure avec des lésions nerveuses, inflammatoires et dégénératives étendues et sans rapport avec l'alimentation.

Il semble bien que la première forme de ces auteurs soit la polynévrite vraie alimentaire et que l'autre ne soit autre que la maladie appelée neuro-lymphomatose.

(1) *U.-S. Farmers Bulletin*, n° 1652, 1931. John S. Buckly, Hubert Bungea et Eloïse B. Cram. Diseases and parasites of poultry, page 22.

(2) VI[e] Congrès international d'agriculture tropicale et subtropicale (Paris, du 15 au 19 juillet 1931), vol. III, Paris 1932, page 285. (Note du service vétérinaire par M. Carougeau). Ouvrage édité pour l'Exposition Coloniale de 1931.

(3) J. Dobbenstein et H. Haupt. Contribution à l'étude de la polynévrite des volailles. *Zeitschrift für Infektion Krankeiten der Haustiere*, t. XXXI, 31 mars 1927, page 58.

D. — Paralysies parasitaires

La Spirochétose, la Coccidiose, les Helminthiases (tæniasis, hétérakidiose, arcuariose, capillariose, etc.), sont des causes fréquentes de paralysie (1).

Niemann (2) indique que dans 50 o/o des cas de paralysie des poules, on trouve dans le tube digestif des associations parasitaires. D'ailleurs, le traitement anti-helminthique des oiseaux malades réduit dans une proportion notable la mortalité.

Les troubles intestinaux d'une part, la production par les vers de toxines paralysantes du système nerveux sont les causes déterminantes de ces affections.

A Madagascar, les volailles sont très parasitées ; parmi celles qui depuis 1929 ont été présentées ou soignées dans le service, on constate une proportion d'helminthiases oscillant entre 30 et 41 o/o et cette proportion doit être certainement plus considérable dans les élevages de brousse.

Il s'agit très fréquemment d'associations parasitaires (3).

E. — Neuro-lymphomatose

Cette forme de paralysie a été longtemps confondue avec certaines formes cliniques de polynévrite, d'ataxie et a fait l'objet de nombreux travaux dans lesquels il est parfois difficile de distinguer la véritable neuro-lymphomatose des affections voisines ou à formes cliniques similaires.

C'est en 1907, en Autriche, que Marek (4) signale une polynévrite des poules que les auteurs postérieurs ont considérée comme de la neuro-lymphomatose.

(1) Au mois d'août 1932, il y a eu dans le service une poule atteinte de Capillariose qui présentait de l'ataxie locomotrice et de la paralysie typiques.

(2) K.-W. Niemann. Paralysie des poules. *Journal of the veterinary medical Association*, t. LXXV, juillet 1929, page 38.

(3) H. Poisson. Parasitisme multiple et cachexie chez un poulet. *Bulletin de Pathologie exotique*, 1931, p. 358.

(4) Marek. Multiple Nervenentzündungen bei Hühnern. *Deutsche Tierärztl Woschenschr.*, 15[e] année, page 417.

Kaup, aux Etats-Unis, en 1914, la signale (1), Van der Walle et Winckler Junius, en 1924, la rencontrent en Hollande (2). En 1926, Pappenheimer, Dun et Cone (3) font une bonne étude de cette affection appelée par eux *neurolymphomatis gallinarum*.

Cette maladie est caractérisée par une paralysie asymétrique des ailes, des pattes et parfois du cou ; elle se complique quelquefois d'iritis et de cécité et sévit à l'état enzootique sur les volailles des deux sexes, de préférence chez les sujets de 3 à 8 mois. Elle est presque toujours mortelle.

A l'autopsie on constate dans les nerfs périphériques une infiltration intense de cellules lymphoïdes, une dégénérescence de la myéline, une infiltration dans les méninges, l'encéphale et la moelle. Dans de nombreux cas, on constate des lymphadénomes dans différents organes, surtout dans l'ovaire de la poule.

En 1930, Mac Gaughey et Downie (4) reprennent l'étude de la maladie de Marek et constatent que l'affection sévit surtout en automne, qu'à côté des formes aiguës signalées par Thomas (5) avec mort en quelques jours, c'est surtout sous la forme subaiguë que la maladie se présente et elle débute généralement par la paralysie d'une aile, une incoordination des mouvements donnant à l'oiseau une marche raide et sautillante (6).

A côté des lésions constatées par les auteurs précédents, ils ont trouvé dans la peau de certains poulets des tumeurs formées par de larges cellules rondes analogues à celles que l'on rencontre dans les racines nerveuses.

La maladie est transmissible par inoculation de sang ou de matériaux provenant de tissus filtrés (7).

Avec Doyle, ils confirment que les œufs provenant d'animaux infectés peuvent donner la maladie aux jeunes.

(1) Kaup. Poultry diseases, 2e édition, Chicago 1920.

(2) Van der Walle et Winckler Junius. De neuritis epizootie by Kippen te Barneveld in 1921. *Tydsch. Voor Geneesk*, t. X, 1924, page 34.

(3) Pappenheimer Dun et Cone. A Study of Foowl paralysis, *Bulletin* 143. Storrs. Agric. Expt. Stn. U.S.A.

(4) Mac Gaugney et Downie. Paralysie des poules en Angleterre. *The Journal of comparative Pathology and Therapeut.*, mars 1930.

(5) Thomas. Leg-Weakness in Poultry. A preliminary note on the occurence of a specific Fowl Paralysis in South Africa. *South Africa Veterinary Medical Association*, vol. I, 1928, page 67.

(6) C'est ce qui fait confondre parfois cette maladie avec l'ataxie quand elle sévit sur de jeunes poussins ce qui peut avoir lieu, quoique la maladie se déclare en général après 3 mois.

(7) Constatations faites déjà par plusieurs auteurs.

En 1932, Warrack et Dalling (1), transmettent la maladie par injection intraveineuse d'émulsion saline de poumon, de rate et de nerfs. Ils émettent l'opinion déjà formulée par d'autres auteurs que l'agent pathogène est un virus filtrable.

On ne connaît pas de traitement curatif à cette maladie, ce qui la différencie des paralysies parasitaires ou carenciques. Jusqu'ici elle n'a pas été signalée à Madagascar.

F. — Maladie de l'œuf cassé ou pseudo-paralysie des membres causée par la présence d'œufs cassés dans l'oviducte.

Chez les poules de forte taille et en particulier chez les Orpington ou les Wyandotte, on a remarqué qu'à plusieurs reprises l'œuf peut être cassé dans l'oviducte. Les poules qui sont atteintes de cette lésion contractent une péritonite qui a pour effet de les faire rester immobiles, le ventre contre le sol, de sorte qu'il semble que l'oiseau ne puisse se tenir sur ses pattes comme un animal paralysé.

La maladie dure en général quelques jours et se termine par la mort. A l'autopsie, on a un œuf brisé dans l'oviducte. Dans deux cas observés dans le service en 1932, l'évolution a été plus lente, a eu une sorte de phase d'envahissement progressif et a duré un mois dans un cas et six semaines dans l'autre, mais avec issue fatale dans les deux cas.

La maladie de l'œuf cassé que j'ai observé chez l'autruche (2) comme chez la poule, relève de plusieurs causes : coïts brutaux sur une femelle en période de ponte par un mâle trop lourd, perchoirs placés trop haut et qui fait qu'au lever les grosses poules se reçoivent à terre trop violemment, ce qui casse l'œuf dans l'oviducte.

Diagnostic. — Pronostic. — Traitement.

Diagnostic. — Si la paralysie est un syndrome qui ne peut passer inaperçu dans un élevage, où la cause déterminante en restera souvent obscure, certains signes permettront parfois d'en diagnostiquer la cause.

(1) Warrack et Dalling. SO called « Fowl paralysis » also called « Neuritis in Chickens », « Range paralysis », « Neurolymphomatosis gallinarum ». A discussion on the various theories as to Causation, with special Reference to Field Observations and Laboratory Transmission-Experiments. *The Veterinary Journal*, janvier 1932, page 28.

(2) H. Poisson. L'Autruche et les Ratites. Un vol. in-8°, Paris. Lechevalier, 1926, page 127.

L'âge, en général, permettra de savoir si l'on a à faire à de l'ataxie ou de la polynévrite pure ou encore à de la neuro-lymphomatose ; mais il peut y avoir des exceptions ; l'analyse coprologique positive indiquera la coccidiose, les affections vermineuses; la présence d'argas dans les poulaillers, celle de spirochètes dans le sang éclaireront le diagnostic.

Les lésions dues à la paralysie du nerf auditif sont faciles à reconnaître en raison du port spécial de la tête, en outre l'appétit est toujours conservé.

Pronostic. — Quelque soit la cause connue ou inconnue de la paralysie, le pronostic est généralement grave et doit dans tous les cas être réservé.

Traitement. — L'isolement des malades, la bonne nourriture sans augmentation excessive des rations, un régime riche en phosphates et en matières minérales, particulièrement en calcium et en matières protéiques, l'élevage dans des parcs vastes, bien aérés et remplis de verdure, l'adjonction d'un peu de viande crue et de farine de poisson de temps à autre à la nourriture, tels sont à peu près les soins ayant quelque valeur ainsi que l'administration d'antihelminthiques comme le *Chenopodium ambrosioïdes* (taimborontsiloza des Malgaches), le voatamenaka (fruit de quelques *Combretum* indigènes).

En outre, il sera prudent de ne jamais mettre couver des œufs provenant de poules ayant été malades.

C'est en somme à ces directives que doit se tenir l'éleveur pour se défendre contre les différentes causes de paralysie des volailles.

LES FORÊTS-VIERGES DU QUERCY, IL Y A 3.000 ANS

LEUR DESTRUCTION PAR L'HOMME JUSQU'AU XIXe SIÈCLE

par Armand VIRÉ

I. — Le sous-sol.

Parler de forêts-vierges, dans la région de nos Causses du Gévaudan, et même du Quercy, paraîtra aux touristes qui, chaque année plus nombreux, parcourent ces régions, un véritable défi au bon sens ; les gens rassis et sérieux en souriront.

Et pourtant le sous-sol de nos Causses nous livre des documents authentiques qui nous permettent d'y constater la présence de grandes forêts de haute futaie, à des périodes anciennes que nous pouvons déterminer.

Nous allons donc essayer de faire revivre ici l'histoire de nos forêts et celle de leur destruction par la race imprévoyante, qui s'intitule orgueilleusement la Reine de la Création.

Les forêts actuellement existantes en France sont étroitement localisées en des contrées bien déterminées.

Lorsqu'on parcourt l'ensemble du territoire français, on constate, selon les points considérés, aussi bien en plaine qu'en montagne, des différences considérables dans l'aspect physique ou biologique du sol.

Ici, ce sont d'innombrables ruisselets qui serpentent à travers la campagne et vont successivement se jeter les uns dans les autres. Des ruisseaux se forment, puis des rivières et des fleuves (fig. 1). Des prairies, des cultures fertiles se rencontrent partout, et aussi des bosquets de bois ou de grandes forêts. C'est là que se trouvent les grands centres de population, entourés de villages et d'innombrables habitations isolées. La vie pullule partout.

Ailleurs au contraire, toute la surface du pays apparaît aride et désolée, désertique ou semi-désertique. Là, ni ruisseaux, ni rivières ; aucune masse d'eau courante ou stagnante ne se montre. C'est au fond de gorges profondes qu'il faut aller chercher les rares rivières qui peuvent s'établir. Le roc, presque partout à nu, se présente en grandes masses. La végétation est mince et rabougrie, parfois presqu'absente (fig. 2).

L'homme lui-même fuit ces lieux désolés, et les rares habitants qui persistent à s'accrocher à ce sol ingrat sont isolés dans des fermes séparées par de grands espaces stériles.

Ils doivent pour subsister recueillir l'eau des pluies qui tombent sur leurs toitures et la conduire goutte à goutte dans des citernes artificielles.

Car il pleut dans ces pays tout autant que dans les autres. Comment se fait-il que les ré-

sultats d'un même phénomène, la pluie, soient si dissemblables dans les deux cas envisagés ? Cela tient à la constitution du sol (1).

Dans le premier cas nous avons affaire à un sous-sol imperméable : granits, argile, marnes, etc. Les eaux ruissellent à la surface, s'épandent en nappes continues, et entretiennent dans les parties superficielles du sol une humidité favorable à la végétation, aussi bien qu'à l'entretien de la vie animale.

Il n'en est plus de même dans les régions calcaires.

Les roches calcaires sont pourtant, elles aussi, imperméables par elles-mêmes. Un bassin en calcaire ne laisserait pas filtrer la moindre goutte d'eau.

Mais ces roches ne sont pas plastiques comme les argiles, ou résistantes comme les granits.

Elles se sont formées au fond des mers, dans les lointaines époques géologiques, par l'apport des boues arrachées aux continents, par l'accumulation de myriades de coquilles, grosses ou microscopiques, par la précipitation des troubles ou des sédiments contenus dans les eaux, par la formation enfin des récifs madréporiques.

Fig. 1. — Terrou (Lot). — Paysage granitique.

Puis, grâce à des phénomènes géologiques qu'il serait trop long d'analyser ici, et dont les volcans et les tremblements de terre sont les manifestations les plus visibles et les plus grossières, elles émergèrent des mers pour former les nouveaux continents.

La dessiccation les fendilla ; les poussées latérales qu'elles subirent lors de la formation des principales chaînes de montagnes les comprimèrent et les firent éclater en y formant mille craquelures. Tant et si bien que nous les voyons aujourd'hui sillonnées, en leur entier, de fissures, de lithoclases, de diaclases, ou de grandes failles, qui se poursuivent parfois sur plusieurs dizaines de kilomètres d'étendue (fig. 3).

Aussi, l'eau de pluie qui tombe à leur surface est-elle immédiatement happée par ces millions de fissures formant autant de lèvres ou de suçoirs, et disparaît dans les profondeurs du sol.

Et ceci ne serait rien encore si les roches calcaires, infiniment peu solubles dans l'eau ordinaire, étaient inaccessibles aux actions chimiques. Mais il n'en est pas ainsi.

En traversant l'atmosphère, les eaux de pluie se sont chargées d'acide carbonique, qui, comme on le sait, s'y trouve répandu en masses plus qu'appréciables ; en traversant la mince couche de terre végétale qui recouvre nos roches, elles se sont chargées d'acides organiques divers.

Or, on sait que le calcaire (carbonate de chaux) est facilement attaqué par les acides.

(1) Pour plus de détails voir : A. Viré : *Cavernes et Rivières souterraines. Leur rôle dans l'économie du globe et dans la naissance et le développement des sociétés humaines*, Paris, Baillière (sous presse). — A. Viré *Le Lot. Guide du touriste du naturaliste et de l'archéologue* : Paris, Masson, 1907. — E. A. Martel. *Les Abîmes*. Paris, Delagrave.

Aussi chaque goutte d'eau qui pénètre dans les fissures du calcaire en ronge les parois, les corrode, les agrandit, préparant ainsi de jour en jour un plus large passage aux gouttes qui suivront.

A mesure que les fissures s'élargissent, des graviers, des galets y sont entraînés qui, remués par les eaux, viennent ajouter les actions purement mécaniques de frottement aux actions chimiques de corrosion par les acides.

De sorte que nos fissures deviennent des boyaux, des conduits de plus en plus gros, des cavernes, parcourus par des veinules d'eau, des ruisselets, puis des rivières souterraines.

Il en est de même jusqu'au moment où, à force de descendre, nos rivières souterraines rencontrent une couche imperméable qui les oblige à reprendre une marche horizontale, et à aller sortir au dehors, sous forme de fausses sources ou *résurgences*.

Ce processus fatal est en partie atténué par la végétation naturelle.

Lorsque des arbres ou des arbustes ont pu s'accrocher naturellement au sol, le chevelu des racines retient quelques parcelles de terre ou de sable. Les feuilles qui tombent chaque année forment un peu d'humus, qui retient les poussières entraînées par le vent, ou apportées par les pluies. Le sol s'épaissit d'année en année ; serrée, des bois se forment, qui bientôt deviennent forêt. Ce processus favorable améliorerait graduellement la contrée, si l'homme, dans son imprévoyance, ne défrichait la forêt, et ne la ravageait, bien au delà de ses besoins, et ne refaisait, hélas ! en sens inverse et à son propre détriment, le cycle de la reconstitution du sol que nous venons d'exposer. *Il le transforme en cycle de destruction !*

Peu à peu, les clairières qu'il occupait tout d'abord s'agrandissent, la forêt rongée parcelle à parcelle, disparaît, et les eaux recommencent à entraîner sous terre, peu à peu et jusqu'au dernier grain, le sol qui s'était lentement reconstitué.

Fig. 2. — Paysage des Causses, Magnagues (Lot).

Nous allons maintenant donner un exemple de ces deux cycles contraires, tiré de nos Causses du Quercy.

Nous y constaterons la progressive disparition des forêts naturelles par le fait de l'homme, et la transformation du pays en un demi-désert.

II. — Les forêts gauloises du Quercy. Leur dévastation par l'homme jusqu'au XIXe siècle.

Nous pouvons remonter assez haut dans la lutte de l'homme contre nos forêts quercynoises,

car il y a bien longtemps que l'engeance humaine s'est attaquée à elle.

Nous ne trouvons pas trace de grandes forêts aux époques préhistoriques moyennes, à l'époque magdalénienne par exemple. Le climat, trop sec et trop froid, ne le comportait pas encore. Les foyers d'habitations humaines que nous avons fouillés en Quercy ne contiennent que les résidus de la combustion de matières animales.

Ce n'est qu'aux époques dites Tardenoisienne ou Azylienne que nous commençons à constater l'usage du bois.

Un climat doux et pluvieux s'était progressivement établi, favorisant la renaissance de la forêt.

Au Cuzoul de Gramat (Lot), belle station tardenoisienne, découverte et explorée par A. Niederlender et R. Lacam, et encore inédite, nous constatons que le sol est formé sur près de trois mètres d'épaisseur par des couches habitées par l'homme. Près des deux tiers de leur épaisseur est constituée par de la cendre de bois.

Le développement de nos forêts dut se poursuivre normalement pendant toute la durée des temps Néolithiques.

Ce n'est qu'avec l'apparition des métaux, bronze et fer, et la fonte de leurs minerais, qu'elles commencèrent à être attaquées, et nous pouvons dès lors suivre pas à pas l'histoire de leur destruction.

Nous sommes au début de la période dite Hallstattienne par les préhistoriens. C'est l'aurore des temps historiques ou tout au moins protohistoriques, que l'on peut situer chez nous au voisinage de l'an 1000 avant Jésus-Christ.

Les populations dites *Gauloises* venaient d'occuper notre sol et d'y apporter l'industrie toute récente du fer.

Elles étaient encore barbares et sans cesse en guerre de village à village, de tribu à tribu. Chaque escarmouche coûtait la vie à quelques dizaines de guerriers. Nous sommes aujourd'hui plus civilisés : nous ne nous battons plus qu'entre nations, et tuons quelques millions d'hommes à la fois. C'est le Progrès !

Pour se protéger contre leurs voisins, nos Gaulois élevaient des remparts entourant les villes fortes ou *Oppida*.

Pour cela, ils calcinaient à l'air libre des moellons de calcaire, et entremêlaient la chaux ainsi obtenue avec des moellons bruts. Des lits successifs de ces matériaux superposés formaient peu à peu une sorte de rempart grossier que les pluies se chargeaient de durcir. C'est ce que l'on appelle les *Remparts calcinés*.

De tels remparts ont été reconnus chez nous. Castagné en a signalé un à l'immense oppidum

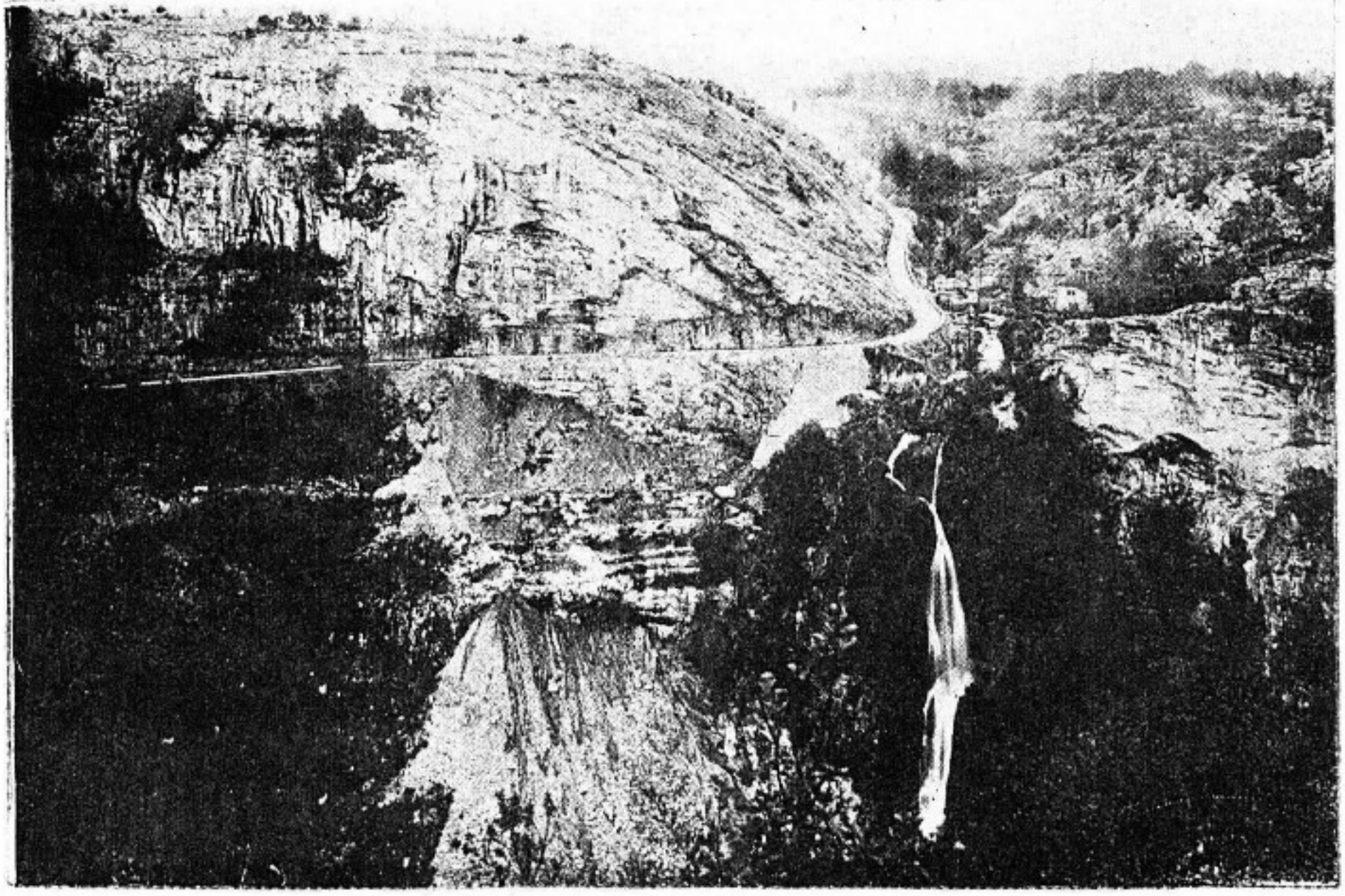


Fig. 3. — Gorges d'Autoire (Lot). Calcaires fissurés et plissés.

de Murcens, et j'en ai moi-même étudié un autre à l'oppidum de l'Impernal à Luzech (fig. 4).

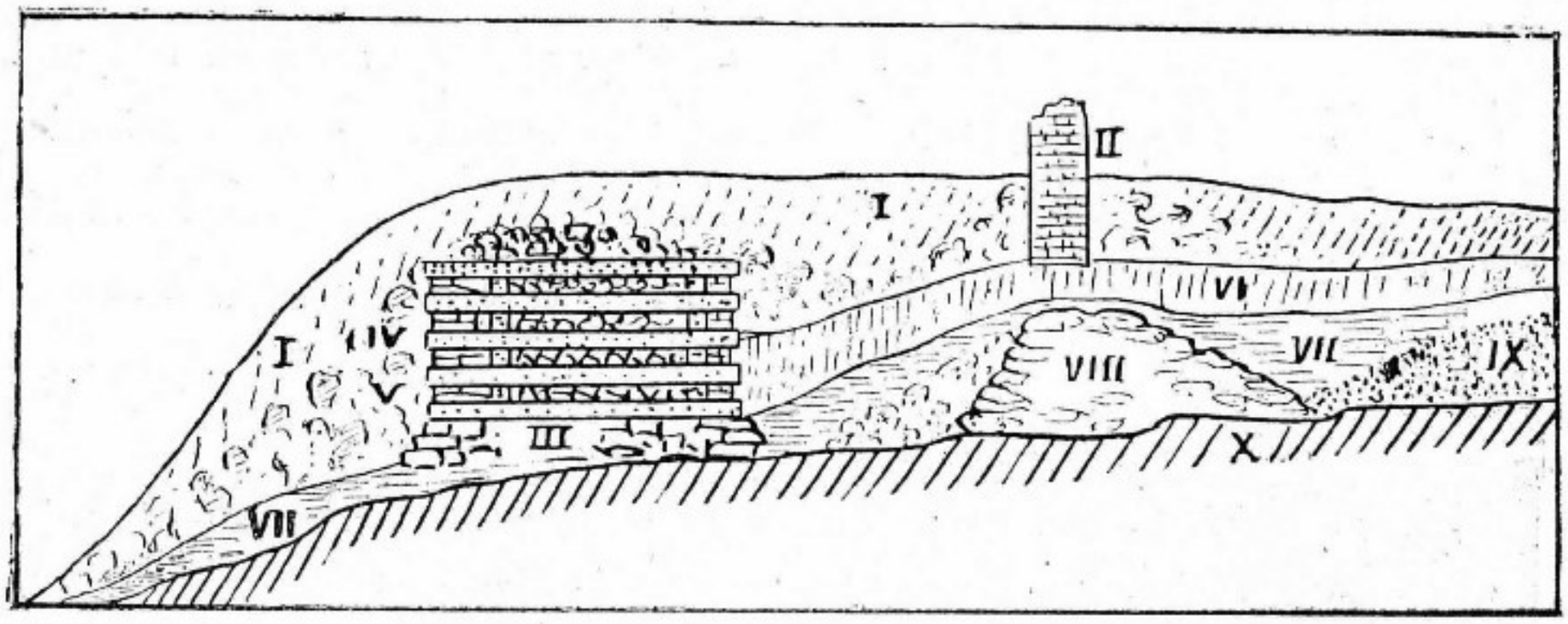


Fig. 4. — Coupe des remparts successifs de l'Impernal à Luzech (Lot).— I. Terrains modernes. — II. Rempart mérovingiens. — III. Bases du rempart à poutres. — IV. Poutres. — V. Remplissage. — VI. Couches archéologiques de la Tène. — VII. Couches arch. du Hallstatt. — VIII. Rempart calciné hallstattien. — IX. Cendres hallstattiennes. — X. Rocher. (*Fouilles A. Viré, 1913-1922*).

J'ai pu y constater, par des fouilles que j'y fis entre 1913 et 1922, que les pierres y étaient de poterie que nous pouvons facilement dater de l'époque hallstattienne (fig. 6) et par conséquent nous datons, par là même, nos murailles, de dix siècles avant Jésus-Christ.

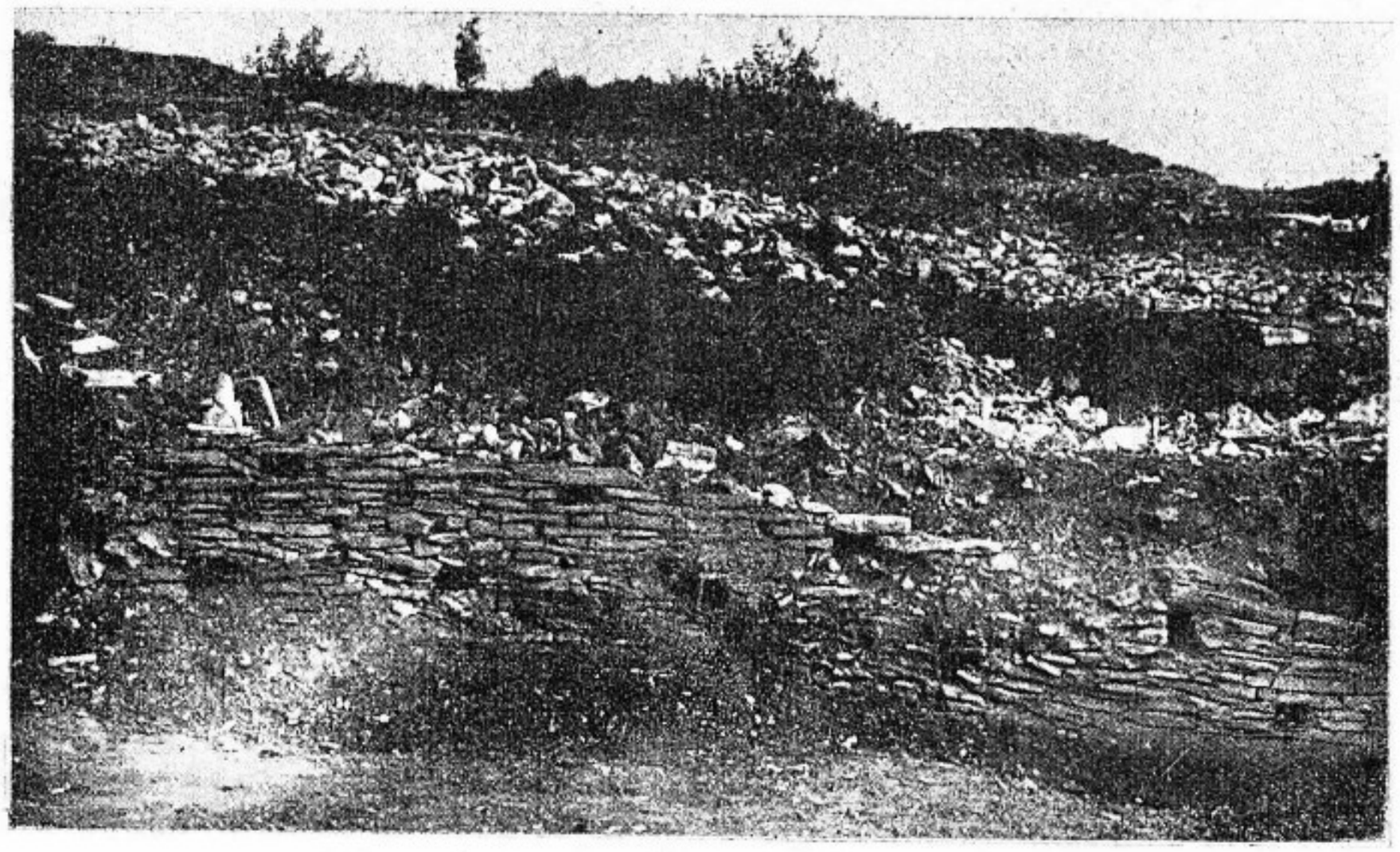


Fig. 5. — Oppidum d'Impermal à Luzech. Rempart gaulois à poutres clouées ; extrémités des clous des poutres.

cuites derrière le rempart avec du bois. Les cendres de bois y forment encore un amas qui, sur certains points, atteint trois mètres d'épaisseur sur huit mètres de largeur ! On y trouve mélangés, outre les débris de pierres calcinées, de nombreux déchets d'industrie, et des fragments

Tout cela n'allait pas sans un énorme gaspillage de combustible dont la forêt faisait les frais ; mais cela ne nous donne aucun chiffre et ne nous permet pas d'apprécier l'état de la forêt, la qualité ou la grosseur de ses arbres.

Mais quelques siècles plus tard, aux environs

de l'an 200 avant Jésus-Christ, nous avons une base d'appréciation plus précise.

Les remparts calcinés avaient fait leur temps et la mode en était passée.

Les fortifications se composèrent alors d'une carcasse de poutres entrecroisées et chevillées de fer, dont les intervalles étaient garnis de terre et de pierre (fig. 5). C'est l'époque de la Tène, qui précède la fin de l'Indépendance gauloise.

Dans la guerre des Gaules, Jules César s'est trouvé en présence de ces remparts, et il nous les décrit longuement dans ses Commentaires. Ils formaient encore contre les Romains un moyen de défense efficace.

Or, nous connaissons en Quercy deux exemples de ces remparts, et ce sont les mêmes oppida de Murcens et de l'Impernal qui nous les fournissent.

En éventrant discrètement et en disséquant à la pioche quelques portions de ces remparts, on constate que, si le bois a disparu, la terre et les pierres l'ont pour ainsi dire moulé. D'après les creux laissés par la disparition des poutres, on peut très bien reconstituer la forme, la grosseur et la disposition de celles-ci.

On peut constater qu'elles avaient encore, après ébranchage, élagage et équarrissage des arbres, une moyenne de 15 mètres de long et 30 centimètres de diamètre.

D'après leur agencement dans les murailles, on peut évaluer à environ vingt mille le nombre de ces arbres de haute futaie qui sont entrés dans la composition du seul rempart de Murcens.

Si l'on ajoute à cela la quantité de bois employée à fondre le minerai, — car celui-ci existe sur place, — puis à forger les quelque cinquante quintaux de fiches en fer qui assemblent ces poutres entre elles, on aura une idée de la quantité de bois employée pour l'édification du seul rempart de Murcens.

D'après l'état des routes et des moyens de transport à l'époque gauloise, on ne peut guère supposer que les arbres vinssent d'ailleurs que des environs immédiats de cette place forte.

Ceux qui connaissent cette misérable région de la Braunhie, entre Dordogne et Célé, où est situé Murcens, où les plateaux qui avoisinent l'Impernal, peuvent comparer l'état actuel du pays à celui dans lequel le trouva César !

Il y avait donc là, comme à Luzech, comme sans doute dans tout le Quercy, de vastes et belles forêts.

Si César n'en parle pas expressément, c'est sans doute que leur présence ne gêna pas particulièrement ses opérations militaires. Pour la campagne du Quercy (an 52 avant Jésus-Christ) il n'y fait allusion qu'une fois, à propos du siège d'Uxellodunum (le Puy-d'Issolud (1) au bord de la vallée de la Dordogne à Saint-Denis près Martel) ; il nous apprend que Drapès et Lucterius s'étaient échappés d'Uxellodunum après son investissement, grâce à d'étroits *sentiers boisés* (*silvestris* angustique *itineribus*) (2).

La Gaule conquise, quelle fut l'attitude des Gallo-Romains vis-à-vis de nos forêts ? Les documents écrits nous font défaut, mais il est

Fig. 6. — L'Impernal. Vases hallstattiens près du plus vieux rempart.

permis de supposer qu'ils en défrichèrent de notables portions pour l'installation de villes, villages, villas et cultures.

La présence de débris de cette époque, constatée déjà, sans recherches spéciales, dans 98 de nos communes (3), montre suffisamment que pour vivre, ces populations durent abattre nombre d'hectares de nos forêts gauloises.

Il en fut de même lors de l'établissement de la vie monastique dans nos régions. Les moines, s'ils étaient de grands bâtisseurs, furent aussi de grands défricheurs, et nous les voyons s'établir chez nous du VI^e^ au IX^e^ siècle. Marcillac, Espagnac, Figeac, Lunan, Souillac, Coronzac, Moissac sont parmi les principaux points qu'ils occupèrent tout d'abord.

Malgré tout nous savons qu'au début de la période romane, nos forêts étaient encore abondantes et bien fournies.

Entre Toulouse et Montauban, s'étendait la Grand'Selve (Grandis Sylva) où s'éleva au

(1) Armand Viré. *Les fouilles de 1922 aux oppida de l'Impernal et du Puy d'Issolud* (Lot). Bull. Soc. Préhistorique de France, XX, 2, 1923.

(2) De Bello Gallico : Liv. VIII.

(3) A. Viré. *Le Lot à l'époque romaine. Essai d'inventaire des lieux habités.* Bull. Soc. des Etudes du Lot. Cahors, Coueslant.

XII[e] siècle le célèbre monastère du même nom. Il n'en reste guère trace.

Les limites du Toulousain, du Quercy et du Rouergue étaient entièrement forestières (1).

Dans le Quercy proprement dit, la forêt de Trégazou (Tresgonus) couvrait tous les environs de Saint-Céré, y compris les croupes aujourd'hui dénudées du vaste oppidum des Césarines. Donnée en 873 à l'abbaye de Beaulieu, par le fils de Godefroy, vicomte de Turenne, elle fut attaquée d'abord par les moines de Leyme, et a disparu à peu près complètement, tout au moins dans sa partie caussenarde.

Aux VIII[e] et IX[e] siècles, Figeac était en pleine forêt.

Le 23 septembre 838, Pépin I[er], roi d'Aquitaine, confirme à l'abbaye de Conques la possession de la forêt de Prendeignes (*Foresta nostra quæ nominatur Ponderemiæ*) qui couvrait tout l'est du département actuel du Lot, depuis Lacapelle Marival jusqu'en Auvergne.

A l'ouest du département, les bois de Bourzolles sont un faible vestige de la forêt de Ver ou *Sylva Edobolo*, dans laquelle se réfugia, en 768, Waiffre, duc d'Aquitaine, poursuivi par Pépin-le-Bref. La partie orientale alimentait aux XVIII[e] et XIX[e] siècles les hauts-fourneaux de l'importante fonderie de la Forge de Bourzolles (près Souillac) qui exportait ses produits jusqu'aux Antilles.

La culture de la vigne autour de Cahors a contribué pour sa bonne part à la dénudation de la vallée du Lot et de ses alentours.

Et puis il y eut toute une population sylvestre livrée à toutes les industries de la forêt, que l'on pourrait nommer les *Industries du feu*. Elle exploita la forêt sans ménagement. C'étaient les charbonniers, que nous vîmes jusqu'à ces dernières années transporter, à dos de mulet ou de bourriquot, leurs produits dans tous nos villages ; les forgerons et les fondeurs ; les briquetiers et les tuiliers. C'étaient aussi les potiers, qui depuis l'époque gauloise jusqu'aux dernières années du XIX[e] siècle inondèrent la contrée de leur poterie commune, aujourd'hui si recherchée. La pâte, la forme et l'ornementation de leurs vases ont à peine varié durant les vingt-cinq siècles au cours desquels il exercèdent leur industrie. Aussi la poterie est-elle un bien mauvais *fossile directeur* pour établir l'âge de nos gisements archéologiques du Quercy. Uzech-les-Oules fut longtemps le centre principal de leur industrie. Le dernier four ne s'y éteignit qu'en 1898.

C'étaient les *cercliers* qui coupaient les jeunes baliveaux pour encercler les tonneaux de tout notre vignoble ; et les *tonneliers* qui, eux, exploitaient les plus beaux chênes pour fabriquer les douves des cuves et des tonneaux.

C'étaient les *cendriers*, qui brûlaient nos arbres pour en extraire la cendre nécessaire à la fabrication du verre. Ils formaient avec les *verriers* une caste à part, les *gentilshommes-verriers*, vivant au fond de leurs forêts, ne s'alliant qu'entre eux, quelque peu reniés par la Noblesse, quelque peu enviés et couverts d'épigrammes par la Bourgeoisie, témoins ces vers de notre vieux poète quercynois François Meynard (XVI[e] siècle).

Votre noblesse est mince ;
Car ce n'est pas d'un prince,
Daphnis, que vous sortez.
Gentishommes de verre,
Si vous tombez à terre,
Adieu vos qualités !

Il faudrait encore ajouter à cette liste les chaudronniers, les sabotiers, les charrons, les charpentiers, les vanniers, etc.

Il serait bien intéressant d'entreprendre une histoire de toutes ces industries sylvestres et de la part qui revient à chacune d'elles dans la destruction de nos grands bois.

Mais passons !

Une époque particulièrement funeste pour nos forêts fut la guerre de Cent Ans. Anglais ou Français s'attaquèrent tour à tour à l'homme et au sol. Ils pillent et brûlent les châteaux, incendient les villages, les récoltes et les forêts, tant et si bien qu'au XV[e] siècle, répondant à la demande d'un enquêteur pontifical et de la grande Prieure de l'Hôpital-Beaulieu, le notaire Orliac pouvait écrire que Gramat, qui avait été avant la guerre un lieu riche et peuplé, avait été si bien ravagé « que l'on n'y pouvait trouver un bâton pour lier une botte de foin » (1). Les loups venaient faire leurs petits dans les ronces et les brousailles qui emplissaient l'église de Padirac, etc.

Au XVI[e] siècle, Catholiques et Huguenots ajoutèrent leurs ravages à ceux de leurs prédécesseurs et continuèrent la dévastation de nos forêts. Nous en trouvons la preuve dans les écrits contemporains (2).

Malgré toutes ces causes de destruction, quelques grands bois avaient pu résister jusqu'à une époque voisine de nous.

Telle est la forêt de Rocamadour.

Forêt et Rocamadour ! Deux termes qui, accolés, sont de nature à surprendre grandement les nombreux touristes qui par dizaines de mille se rendent chaque année à Rocamadour pour visiter les grottes de Lacave ou le Puits de Padirac.

(1) A. MAURY. *Les Forêts de la Gaule.* — DELPOIS. *Statistique du Lot.*

(1) E. RUPIN. *Rocamadour*, Paris, Baranger 1904.

(2) CHANOINE ALBE et ARMAND VIRÉ. *Le Château de St-Sulpice et ses Seigneurs*, Brive, Lachaise, 1926.

Il y avait pourtant des forêts à Rocamadour ; elles ont joué leur rôle pendant tout le Moyen Age et l'on en trouve mention jusqu'au début du XIXe siècle.

La vallée ténébreuse (*vallis tenebrosa*) dont nous parlent les actes de saint Amadour, et où celui-ci vint établir son oratoire (Ier siècle selon les uns, Ve selon les autres) ne pouvait être qu'un lieu boisé.

Il l'était encore au XIIIe siècle.

En 1231, on trouve un accord entre les abbés de Tulle et d'Obasine et les principaux habitants de Rocamadour, d'après lequel il était défendu de rien entreprendre sur les bois des uns et des autres sans entente préalable.

Nouvelles contestations et nouveaux accords en 1327, 1336, 1473, etc., au sujet des bois de Carlucet, des granges de Bonnecoste, de la Dame (1).

En 1516, l'abbé d'Obasine déclare qu'il tire de ces bois son plus grand revenu pour soutenir ses deux couvents d'Obasine et de Coyroux. Il se plaint des déprédations commises par les gens de Rocamadour.

Il en fut de même plus tard des seigneurs de Bonnecoste au sujet des Bois de la Dame.

La Révolution vint achever la ruine de nos forêts. Dès le début, les paysans se précipitent sur les grands bois, les abattent pour construire des maisons, les incendient pour créer des pâturages et des cultures.

En 1791, les moines de Rocamadour se plaignent des ravages que les habitants exercent dans leurs forêts, enlevant les arbres de haute futaie, tout le *bois d'œuvre* pour ne laisser que le sol nu ! Il en fut de même dans le Ségala, où les 1.500 hectares de la grande forêt de la Luzette, dans la commune de Sousceyrac (ô Pierre Benoît !), appartenant au duc de Luynes, furent complètement rasés. Il en fut de même des bois de Couzou, sur l'emplacement desquels il n'existe plus qu'un grand désert.

Le XIXe siècle continue la tradition dévastatrice, en ajoutant un nouveau fléau aux fléaux anciens : le mouton et la chèvre font l'objet d'un élevage intensif.

En broutant les jeunes plants, en arrachant l'herbe au lieu de la couper, ils contribuèrent pour une part considérable à faire de grandes étendues de nos Causses des succédanés du Sahara.

Certes, l'exploitation du mouton fut pendant un temps une grande source de richesse pour nos paysans. Mais l'élevage du mouton est, dans nos Causses non irrigables, une industrie de prodigues : là où passe le mouton, l'herbe ne repousse plus. Le mouton ne la tond pas, il l'arrache. Et cela est si vrai que j'ai entendu maintes et maintes fois les doléances des éleveurs se plaignant que dans le même domaine où leur grand père nourrissait mille moutons et plus, ils ne pouvaient plus en tenir que deux ou trois cents, et encore péniblement. Pour les consoler, je leur déclarais alors, avec explications à l'appui, que dix ans plus tard, ils n'en pourraient plus élever du tout !

Ma prophétie s'est, hélas ! réalisée beaucoup plus brusquement que je ne le prévoyais, mais pour d'autres causes.

La guerre mondiale s'est déchaînée. Les conditions de la vie se sont modifiées. L'hécatombe de nos jeunes agriculteurs, fauchés par la mitraille des modernes Huns, les salaires trop élevés, la rareté de la main-d'œuvre, ont fait disparaître presque entièrement la race de nos bergers, et avec eux nos troupeaux de moutons.

Aussi, par contre-coup, voit-on peu à peu l'herbe naturelle envahir de nouveau nos rochers : le Causse reprend, même en été, un aspect vert qui nous surprend, nous à qui reste dans l'œil son aspect grisâtre et pelé d'il y a trente ans.

Et ceux qui, plus tard, reliront les descriptions du Causse que Martel ou moi publiions lors des explorations de Lacave ou de Padirac, traiteront nos relations d'outrancières et dramatisées à dessein !

Malgré tout, nous souhaitons que la réalité future s'éloigne de plus en plus de la réalité passée, celle des environs de 1900, et que le Causse récupère ses vieilles forêts gauloises.

(1) Chanoine E. Albe. *Titres et documents sur le Quercy et le Limousin*, Brive, Roche, 1905.

NOTES ET ACTUALITÉS

Photochimie

Quelques applications de la photochimie. — La photochimie a pour objet l'étude des réactions chimiques que produisent la lumière et les radiations qui l'avoisinent dans le spectre.

Comme l'a fait remarquer M. Emschwiller dans une étude fort intéressante à laquelle nous empruntons les données qui suivent (*Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, Janvier 1933), l'activité chimique n'est le monopole d'aucune catégorie de radiations et les plaques photographiques sont sensibles tout à la fois aux rayons X, ultra-violets, lumineux ou infra-rouges, soit qu'il y ait action directe sur le géla-

tinobromure d'argent, soit qu'une substance colorante serve d'intermédiaire. Les radiations ne peuvent provoquer de transformations photochimiques que dans les systèmes qui les absorbent, en sorte que l'action sélective des radiations se rattache à leur absorption sélective. Les radiations absorbées peuvent provoquer différents effets dans les molécules, augmenter leur énergie de rotation, faire vibrer leurs atomes, déplacer des électrons. C'est dans ce dernier cas seulement que les radiations absorbées par un corps semblent capables d'agir sur lui chimiquement. En fait, l'énergie radiante absorbée peut reparaître sous des formes diverses, le plus souvent sous forme de chaleur, comme cela est très fréquent pour les radiations infra-rouges, sans que se manifeste aucune transformation chimique.

Certains systèmes, qui n'éprouvent aucune transformation sous l'influence de radiations qu'ils n'absorbent pas, deviennent sensibles par adjonction de substances absorbantes ; ces substances dites « photosensibilisatrices » demeurent le plus souvent inaltérées et semblent servir uniquement au transfert de l'énergie lumineuse. Ainsi les plaques photographiques qui ne sont sensibles qu'aux rayons bleus, violets et ultra-violets, peuvent devenir sensibles au vert, au jaune, au rouge, et même à l'infra-rouge, lorsqu'on ajoute à l'émulsion des colorants convenables. En superposant un certain nombre de sensibilisateurs, on obtient des plaques dites « panchromatiques » qui sont presque également sensibles à toutes les radiations du spectre visible. On considère également aujourd'hui la chlorophylle comme jouant le rôle de sensibilisateur au cours de l'assimilation de l'acide carbonique par les plantes, sous l'action de la lumière solaire.

On connaît beaucoup de réactions sensibilisées et cela par les corps les plus divers, halogènes, sels de fer, sels d'uranyle, oxyde de zinc, vapeur de mercure. Quelques résultats curieux ont été signalés chez les êtres vivants : certains protozoaires, tués rapidement par les rayons ultra-violets de courte longueur d'onde, mais insensibles à la lumière visible, quelle qu'en soit l'intensité, sont détruits par cette lumière en présence d'une trace d'éosine ou de rose bengale, colorants dénués de toxicité. Chez des êtres plus évolués, on observe des résultats analogues : un animal blanc, qui a reçu une injection d'éosine, présente, lorsqu'il est exposé à la lumière, des troubles graves pouvant aboutir à la mort. Dans le même ordre d'idées, on peut signaler qu'un grand nombre de colloïdes floculent beaucoup plus facilement sous l'influence de la lumière après introduction de petites quantités de substances fluorescentes (Boutaric et Bouchard).

Sous le nom de « photolyse » on désigne les décompositions photochimiques produites en l'absence de réactif. Parmi les plus connues de ces photolyses, on peut citer : celles du gaz chlorhydrique en hydrogène et chlore, du gaz bromhydrique en hydrogène et brome, du gaz iodhydrique en hydrogène et iode, du gaz sulfhydrique en hydrogène et soufre, du gaz ammoniac en hydrogène et azote. Les oxydes du chlore et de l'azote subissent, eux aussi, des transformations. L'eau est décomposée par les radiations ultra-violettes qu'elle absorbe en hydrogène et eau oxygénée. L'acide nitrique, pur et incolore, jaunit sous l'influence de la lumière solaire et dégage de l'oxygène. Parmi les corps solides, en dehors de l'exemple classique des sels d'argent, on peut mentionner la photolyse du sulfure de zinc en soufre et zinc et celle de l'oxyde de mercure en oxygène et mercure. Dans le domaine de la chimie organique, les photolyses connues sont très nombreuses. Ainsi l'alcool éthylique libère de l'hydrogène, de l'éthane, de l'oxyde de carbone. Il se dégage très souvent des gaz, dont la nature dépend des fonctions chimiques intervenant dans le corps, et parmi lesquels on peut citer : l'hydrogène, l'oxyde de carbone, le gaz carbonique, les carbures d'hydrogène, les gaz azotés.

Les actions destructives de la lumière sont souvent renforcées par l'oxygène et l'humidité. Ainsi en l'absence d'oxygène, la lumière solaire ne provoque qu'une altération très limitée des solutions d'iodoforme dans le benzène, même si l'on prolonge pendant des semaines l'action de l'éclairement ; en présence d'oxygène, la destruction peut être complète en quelques heures. On sait aussi combien les couleurs et les peintures sont sensibles à la lumière et à l'air. Les sources artificielles de radiations ultra-violettes présentent un certain intérêt pour les essais rapides de stabilité de nombreux produits susceptibles de subir, sous l'action de la lumière du jour, une altération lente qu'il devient ainsi possible d'accélérer : peintures, vernis, teintures, étoffes ou papiers peints, matières imprimées, encres, caoutchouc, etc.

On peut souvent rapprocher les décompositions photochimiques et les décompositions thermiques ; les produits de la photolyse et ceux de la pyrolyse sont parfois très comparables. Mais la lumière est un agent de destruction plus souple que la chaleur. Quand on soumet un corps à la destruction pyrogénée, il est malaisé d'éviter que les produits issus de la décomposition ne se trouvent, eux aussi, soumis à l'action des températures élevées. Quand on soumet un corps à la destruction par la lumière, les produits de la décomposition peuvent demeurer inaltérés, s'ils n'absorbent pas la lumière employée.

La lumière peut également réaliser des synthèses. On a produit par « photosynthèse » des corps nouveaux résultant des réactions les plus diverses : halogénation, oxydation, réduction, hydrolyse, polymérisation, etc. Mais, pour réaliser ces synthèses photochimiques, il importe de sélectionner les radiations et d'éliminer celles qui provoquent la décomposition du corps qu'on veut préparer. Aussi, les problèmes que pose la synthèse photochimique sont-ils le plus souvent très complexes.

Parmi les applications de la photochimie, M. Emschwiller signale l'emploi des rayons ultra-viloets à la polymérisation modérée des laques pour cuir, dans la fabrication des vernis gras, au vieillissement artificiel des liqueurs. On les utilise encore au ravivage des couleurs imprimées sur tissus, afin de rectifier les nuances qui ne correspondent pas aux teintes désirées. Les radiations ultra-violettes ont été préconisées pour l'obtention de solvants chlorés à partir du chlore et d'hydrocarbures, par exemple du chloroforme à partir du méthane, pour la fabrication de matières plastiques à partir de composés non saturés comme le chlorure de vinyle. Toutefois, il n'existe pas de synthèse photochimique réalisée à une échelle industrielle, tant à cause du prix élevé de l'énergie lumineuse, que de la petitesse des rendements.

A. Bc.

Botanique

Sur l'adaptation d'une plante de la plaine, au jardin de l'Observatoire du Pic du Midi (1). — Quelques essais d'acclimatation de plantes potagères, céréales

(1) Communication présentée au 66e Congrès des Société Savantes, à Toulouse, avril 1933.

et fourragères, ont été effectués au jardin botanique de l'Observatoire du Pic du Midi (2.860 mètres d'altitude), depuis 1901. Cette année là, et plus tard en 1906, 25 espèces furent semées à l'air libre, sur le même sol et à diverses expositions. Toutes les graines provenaient de la maison Vilmorin de Paris. Les résultats obtenus, relatifs à la germination en relation avec les conditions climatiques, ont été présentées au Congrès de Lyon (1906), de l'Association Française, pour l'avancement des Sciences.

La plupart de ces espèces périrent naturellement durant le premier hivernage ; les plus résistantes continuèrent à végéter, les unes s'éliminant successivement de saison en saison, et les autres s'adaptant lentement (la durée de résistance et les variations morphologiques observées sur les espèces expérimentées feront l'objet d'une prochaine note).

Parmi les dernières, se trouve une espèce provenant du semis fait le 18 juin 1901, dont 5 pieds ont persisté d'année en année. Il s'agit d'une chicorée de la variété vulgaire, dite de Bruxelles ou chicorée sauvage améliorée (*Cichorium Intybus* L.). On sait que cette plante est très polymorphe ; suivant les conditions du milieu où elle pousse, elle peut se comporter comme annuelle, bisannuelle ou vivace.

Au jardin de l'Observatoire, la germination de cette chicorée dura six jours, en 1901. Le premier développement fut atteint en douze jours, par deux premières feuilles de un centimètre de long et par une racine de 8 cm. 5. Ces petits plants résistèrent fort bien au premier hivernage. A la deuxième saison, ils ne produisirent que 4 feuilles de 2 cm., et ce n'est que la troisième année que l'accroissement parvint à son terme. La végétation était limitée à une simple rosette de feuilles aplaties sur le sol, de 3 à 4 centimètres.

A chaque saison, cette rosette s'est renouvelée jusqu'à l'été dernier ; la longueur des feuilles pouvait varier de 3 à 4 cm. d'une année à l'autre, suivant les conditions météorologiques de la saison. Sur cette espèce, on n'a jamais constaté aucune manifestation apparente de développement des organes de la reproduction sexuée, ni de ceux de la multiplication végétative ; ce dernier cas s'est produit pour d'autres espèces (1). Voici la dernière observation faite sur ces plantes le 26 septembre 1932 : « chicorée : rosette de feuilles un peu plus développée que pour une année moyenne ».

Le sol du jardin de l'Observatoire est couvert de neige en moyenne, du 15 octobre au 1er juillet, soit pendant 258 jours. Il reste 107 jours seulement pour la période d'évolution de la végétation. En outre, on doit déduire de ce dernier nombre, les jours neigeux, ceux où la température est inférieure à 0°, ceux où il souffle des vents violents ; de telles journées ne sont pas rares au cours de l'été et doivent être assimilées à des journées d'hiver ; ce sont des temps d'arrêt pour la marche de la végétation ; particulièrement dans la zone nivale. Il ne reste donc en moyenne, chaque année, qu'une cinquantaine de jours vraiment favorables à la végétation.

Durant cette courte période de vie active, toutes les fonctions vitales de la plante doivent être employées à l'accumulation de ses réserves, afin que celles-ci permettent à la plante de supporter les 258 jours d'hivernage, de vie ralentie ou de profond repos. A la fusion des neiges, c'est le réveil, la renaissance de l'activité végétale ; mais c'est aussi la phase la plus désastreuse pour la végétation des hautes régions. La nouvelle végétation continue pendant les séries de beaux jours ; elle est interrompue par les tourmentes coutumières de la saison estivale, qui blanchissent les hauts sommets. C'est donc en général par des à-coups que se développe toute la végétation de la saison ; l'influence de ces sautes de temps est particulièrement marquée pour les végétaux étrangers à ces hautes régions et non acclimatés.

Notre chicorée, au terme de son accroissement automnal au Pic du Midi, est une plante saine, bien vivace ; elle n'est pas en voie de dépérissement, ni d'agrandissement ; mais elle ne peut se reproduire, ni se multiplier. Sa forme et son organisme seuls se plient aux conditions de l'âpre climat du sommet. C'est bien une adaptation mais incomplète ou partielle, puisque l'espèce ne peut assurer sa propagation. Le rapport, imposé par le climat, entre la courte durée de l'activité estivale et celle du long sommeil hivernal, est trop faible, pour lui permettre d'accomplir son cycle végétatif complet.

Cette chicorée vulgaire, sur cette cime isolée, à 2.860 mètres d'altitude, se trouve au dessus de son aire géographique habituelle, en pleine zone nivale des Pyrénées Centrales ; dans ces conditions ce n'est plus qu'une herbe rase, minuscule, ayant acquis tout le faciès des plantes nivales, se confondant avec les formes naines de la végétation phanérogame des hauts sommets. Cependant, elle n'est qu'une étrangère sur ce sommet culminant des montagnes de Bigorre ; elle doit être considérée comme une plante exotique dans l'enceinte du jardin de l'Observatoire, tandis qu'en bas de la montagne, au fond des vallées adjacentes, elle se comporte en vulgaire indigène, car elle retrouve dans ces vallées, l'habitat ordinaire de son complet développement.

Disons en terminant que cette expérience confirme les résultats obtenus par M. le Professeur Bonnier, dans les cultures expérimentales pratiquées par lui en diverses stations des Alpes et des Pyrénées. Un cas d'adaptation analogue à celui que nous venons d'examiner s'est produit à la station de l'Aiguille de la Tour (2.300 mètres), sur la Chaîne du Mont-Blanc, avec le topinambour (*Helianthus Tuberosus*) (1). Il y a cependant cette différence que le topinambour avait été cultivé dans la plaine et transplanté ensuite à l'état adulte à 2.300 mètres, tandis que la chicorée étudiée par nous, provenait d'un semis. En outre, on doit remarquer que la durée de vie du topinambour à 2.300 mètres a été de dix années, fandis que la chicorée du jardin du Pic, à 2.860 mètres, se maintient vivante depuis 31 années.

J. Bouget.
Botaniste de l'Observatoire
du Pic du Midi

(1) J. Bouget. — Sur les variations morphologiques du Gagea Liottardi, suivant l'altitude, C.-R. de l'A.F.A.S., Congrès de Lille 1909 ;

Sur un mode de reproduction spécial à la zone alpine supérieure, C.-R. de l'A.F.A.S. 1907, Bulletin de la Société Ramond 1907.

(1) G. Bonnier. *Revue Générale de Botanique*, tome II, (1890), page 529 et tome XXXII (1920), page 305.

Variétés

Le Congrès de Fès de l'Institut des Hautes Etudes marocaines. — L'établissement d'Enseignement supérieur du Maroc, l'Institut des Hautes Etudes de Babat, a eu l'heureuse idée d'instaurer, il y a quelques années déjà, des réunions de spécialistes sous la forme de Congrès. En 1933, se tenait ainsi à Fès le VIIIe Congrès de

l'Institut des Hautes Etudes marocaines. Précédemment, les assises de ses assemblées avaient toujours eu lieu a Rabat. Une initiative hardie de décentralisation avait fait transporter cette année le centre des séances dans l'ancienne capitale du Nord, à Fès.

Il était excellent, en effet, de donner un tel spectacle à la société musulmane à la fois fine, instruite et éclairée, qui gravite autour de l'antique Université Karaouine et du principal foyer commercial du vieux Maroc. Ce noyau de descendants des Maures chassés d'Espagne, si jaloux de sa culture moyenâgeuse, a pu mesurer, en entendant les communications faites dans les 9 sections du Congrès, la diversité du champ d'action des foyers de notre Enseignement supérieur.

—En même temps qu'un programme général, qu'une liste des adhérents et qu'un programme des séances de section était distribué aux congressistes, un beau livre « Initiation au Maroc » dû à l'harmonieuse collaboration des directeurs d'études de l'Institut, MM. E. Lévi-Provençal, J. Célerier, E.-S. Colin, E. Laoust, H. Terrasse et J. Calvet. Les principaux chapitres du livre, Le Milieu physique, Le Milieu historique et artistique, Le Milieu indigène, La Vie économique et l'Organisation administrative, présentent sous une forme remarquablement synthétique, une vue d'ensemble sur l'état de nos connaissances du pays en matière de Géographie, de Linguistique, d'Archéologie et d'Economie politique de l'Empire chérifien. Imprimé à l'Ecole du livre de Rabat, cet ouvrage fait le plus grand honneur à la jeune phalange de savants qui assument la charge du développement de nos connaissances sur le Moghreb, hier encore pays complètement fermé à l'Européen.

Le thème spécial des communications faites au Congrès de Fès se rapportait au Maroc septentrional.

La section de Géographie et Biogéographie, sous l'impulsion de M. Célerier entendit des études sur les sols, les réserves naturelles, le transhumance, la cartographie, l'hydrographie, la phytogéographie, la zoogéographie, la géologie, etc... M. Emberger présenta une série de nouvelles cartes du Maroc : pluies, climat et végétation, distribution géographique de l'Halpha et du Doum. M. J. Marçais commenta sa carte géologique en préparation de la zone française du Rif oriental.

La section de Linguistique, spécialement consacrée à la dialectologie arabe et berbère, avait été organisée par MM. L. Brunot et Laoust. Devant elle furent traitées les questions d'épigraphie libyque, de terminologie berbère ou arabe se rapportant aux plantes, aux animaux ou encore des études spéciales sur divers parlers locaux ; enfin, un projet d'Atlas linguistique fit l'objet d'un exposé détaillé.

La section d'Islamologie et d'Histoire musulmane, à la suite de Blachère se trouvait placée à Fès en un milieu particulièrement favorable, qui servit de base à la plupart des exposés qu'elle entendit.

De même, la section de Sociologie et d'Ethnographie envisagea de nombreux problèmes particuliers au milieu fasi ; elle déborda largement d'ailleurs de ce cadre étroit en envisageant l'ensemble de l'Afrique du Nord et en étendant son champ d'études aux sources européennes de l'histoire du Maroc, sous l'influence de R. Ricard.

L'archéologie musulmane provoqua une série de communications dans la section que guidait Terrasse, de même que le droit musulman et coutumier dans une autre section ayant à sa tête H. Brunot. Il en fut encore ainsi des sections d'Histoire et Archéologie prémusulmane pour laquelle Chatelain conduisit une série de visites à Volubilis, puis pour la section des Arts indigènes de P. Ricard et pour celle de la conservation des monuments historiques de Borély.

On ne saurait trop féliciter MM. Gotteland et Lévy-Provençal, président et secrétaire général, du comité d'organisation de la très belle réussite du Congrès de Fès, qui marquera dans les annales du progrès de nos connaissances scientifiques du domaine français de l'Afrique septentrionale.

L. Joleaud.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

L'évolution de la technique de la soudure à l'arc. — Les techniciens de la construction navale sont d'accord pour considérer que l'emploi de la soudure à l'arc est aujourd'hui entré dans la période de la réalisation pratique. Cela ne veut évidemment pas dire que les principes actuellement admis ne soient pas appelés à subir l'épreuve de l'expérience et à faire l'objet de revisions plus ou moins complètes ; mais l'application qui va se poursuivre désormais emprunte les voies de toute mise en œuvre industrielle commerçante, affranchie de la tutelle des tâtonnements empiriques. Aussi les grands organismes de contrôle ont-ils été appelés à entreprendre, dès à présent, la codification des mesures que les résultats acquis permettent de dégager avec certitude. En particulier, le *Bureau Veritas* a pris l'initiative d'introduire, à titre de début, un chapitre spécial dans la nouvelle édition de son Règlement de navigation intérieure. C'est qu'en effet la soudure doit trouver un champ d'application particulièrement favorable dans la construction des navires pour la navigation intérieure, en raison de la simplicité des charpentes et de la facilité qui existe d'effectuer à l'atelier une grande partie des travaux. Le *Veritas* considère, d'ailleurs, ce nouveau règlement, essentiellement provisoire, comme destiné surtout à constituer une base précise d'étude et de discussion, qui sera de nature à faciliter l'établissement ultérieur sur des bases tout à fait sûres d'un règlement de la construction soudée des navires de mer.

On sait que la soudure électrique n'a été usitée par l'industrie navale, dans la période d'avant-guerre, que pour des emplois limités, notamment pour les réparations de chaudières. Pour ces derniers travaux, on avait d'abord employé le chalumeau oxy-acétylénique (cette technique spéciale avait été créée en 1906 par M. A. Le Chatelier).

L'application à la construction des coques de navires date des années qui ont suivi 1918 : elle s'est développée principalement en Allemagne, ainsi que dans une mesure moindre aux Etats-Unis.

Le premier usage systématique de la soudure que l'on fit à bord fut pour la fixation de différentes pièces, telles que des câbles électriques, sur des parois dont on craignait de compromettre l'étanchéité. D'autre part, la soudure servit encore couramment à assurer l'étanchéité à l'huile des joints rivés pour les cloisons de soutes ou compartiments à combustible liquide. Le Conseiller supé-

rieur de la Marine, Burkhardt, dans une communication parue dans la revue *Die Elektroschweissung* d'octobre 1932, rappelle que c'est de cette façon, par une combinaison avec le rivetage devenue condamnable sur la base des connaissances aujourd'hui acquises, que la Marine allemande et les grands chantiers navals acquirent en matière de soudure les connaissances fondamentales qui devaient permettre les développements ultérieurs. La pratique ainsi considérée facilita d'ailleurs la reconstitution de la marine marchande, en rendant possibles les transformations exigées par l'installation de la chauffe au mazout.

La première application de la soudure pour la coque même d'un navire fut faite sur l'*Emden*, le premier croiseur construit en Allemagne après la guerre. L'industrie ne disposant pas alors de profilés de légèreté suffisante pour constituer les renforts des cloisons longitudinales des soutes à charbon et des couloirs à câbles, on remplaça ces profilés par des cornières à ailes inégales, dont l'aile longue fut soudée *de champ* sur les parois. Des gains de poids sensibles furent réalisés de la sorte et, comme le relève encore M. Burkhardt, ce dernier point de vue amena les ingénieurs allemands, en raison des limites de déplacement imposées à leurs unités militaires, à ne plus regarder la soudure comme un pis-aller, mais à en rechercher par tous les moyens la généralisation aussi large que possible dans la construction des coques. L'économie de poids peut atteindre, en effet, jusqu'à 20 % pour les grosses membrures, telles que les cloisons transversales et, sur l'ensemble d'une coque, de 8 à 10 %.

Entre 1924 et 1929, sur une série comprenant 12 destroyers et 3 croiseurs, on employa la soudure non seulement pour la fixation des profilés et renforts sur les tôles des cloisons étanches et sur celles de tous les ponts inférieurs, mais on souda entièrement les parois et plafonds des superstructures ; on souda encore les bords des joints rivés transversaux des ponts de résistance, en vue de les consolider.

Sur le croiseur *Leipzig*, le cuirassé *Deutschland*, le navire-école *Bremse* (v. fig.), construits de 1927 à 1930, tous les joints transversaux des ponts de résistance furent soudés entièrement bout à bout et, en 1931, sur le cuirassé *Ersatz Lothringen*, tous les joints longitudinaux des mêmes ponts furent également soudés, dans la partie supérieure du navire.

En Allemagne, la soudure commence pareillement à être employée pour la construction des navires de commerce ; en particulier, elle reçoit une application très étendue sur deux grands paquebots de la *Hamburg Amerika* en cours d'achèvement.

J'ai relaté l'année dernière (*Revue Scientifique* du 9 avril 1932) quelques détails sur deux chalands de 40 mètres, construits par les *Deutsche Werke* et qui sont presque entièrement soudés. La soudure a permis de réaliser un gain de poids d'environ 30 % et une économie de prix de revient d'environ 11 % par tonne de port en lourd, la solidité et la rigidité de la charpente se trouvant par ailleurs plutôt accrues.

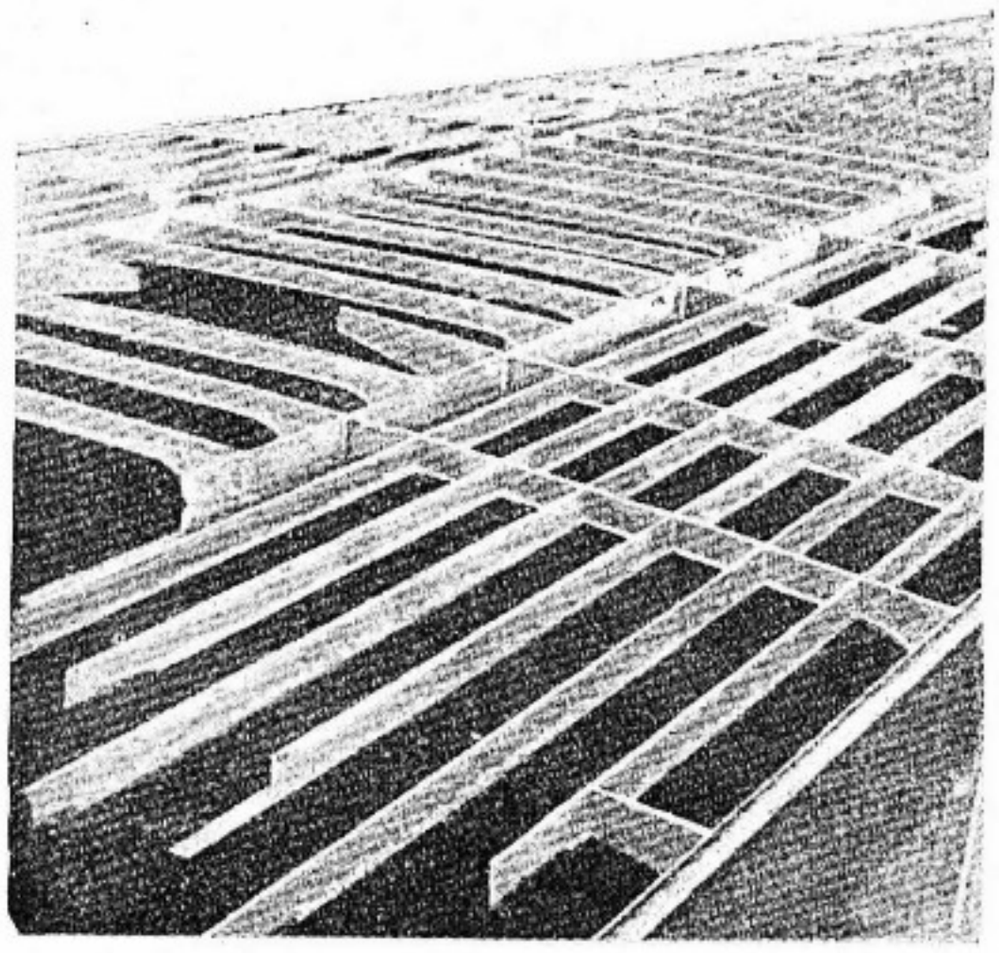
En Angleterre, un petit navire, le *Fullagar*, a été construit en 1920, dont la coque tout entière était soudée. Aucun rivet n'est entré dans la construction, ce qui rendait l'expérience aussi complète que possible. Or, ce petit bâtiment s'est parfaitement comporté au cours d'un service de dix années, marqué de plus par un échouage ayant entraîné des avaries graves et par le heurt d'une roche, à pleine vitesse.

Aux Etats-Unis, la technique de la soudure paraît entrer dans une phase de développement rapide ; on peut citer l'application réalisée sur le croiseur *New-Orléans*.

En France, on n'a appliqué encore la soudure aux navires de mer que pour des travaux de détail. Toutefois, la question a fait l'objet d'études très poussées dans les arsenaux et plusieurs chantiers, en vue de la construction des navires de guerre. Des ateliers spéciaux ont été notamment organisés aux Chantiers de Penhoët, par l'ingénieur en chef de cette entreprise, M. Pinezon.

En 1923, on a recouru à la soudure pour un chaland de rivière de 900 tonnes de portée en lourd, destiné au transport de cargaisons corrosives de lessives de soude et de carbonates de soude ; tous les compartiments destinés à contenir ces cargaisons ont été entièrement soudés. L'expérience a montré, d'ailleurs, que le métal d'apport n'était sujet à aucune corrosion spéciale. Depuis, la soudure a été employée à diverses reprises, en France, pour certaines parties des chalands fluviaux.

Il s'agit donc, le lecteur s'en rendra compte, d'une technique de l'après-guerre, appelée en un laps de temps



Construction du pont du *Bremse*.

relativement très court, à un avenir des plus importants. On conçoit tout l'intérêt que peut comporter un premier essai de règlementation, tel que celui que le *Bureau Veritas* a entrepris. Il est à remarquer, qu'en raison de la difficulté que comporte la vérification de la qualité du travail, les garanties les plus sûres de bonne exécution résident dans l'habileté de l'ouvrier, la minutie de la surveillance, la perfection de l'outillage. Aussi le règlement stipule-t-il tout d'abord que seuls, seront agréés pour l'exécution des travaux de soudure, les chantiers dont l'organisation, tant en ce qui concerne le personnel que le matériel, sera digne d'une entière confiance. Il faut considérer, d'autre part, que certains éléments du problème, comme la composition des électrodes et la façon de les utiliser, sont sujets à une évolution continue.

LOUIS BASSO.

Métallurgie

Les alliages de l'Aluminium. — L'ascension, peut-être trop rapide de l'aluminium, a été marquée par un brusque arrêt ; celui-ci a eu lieu en 1930. La production mondiale de ce métal, qui n'était que de 13 tonnes en 1885, avait dépassé 250.000 tonnes en 1929 ; elle était encore loin d'avoir atteint les capacités des usines européennes et américaines ; mais la consommation, au lieu de continuer sa voie ascendante, est allée en régressant. C'est l'évidente raison de la stagnation des stocks malgré une diminution générale de la fabrication.

On a discuté beaucoup sur les raisons de cet état de choses : tout ce qu'on peut dire, c'est qu'elles ont dépassé les prévisions. Finalement on subit le présent sans bien savoir ce que sera l'avenir. Le cuivre qui, dans le domaine électrique, avait été quelque peu supplanté par l'aluminium, tend de plus en plus à reprendre son ancienne suprématie et dans les usages où l'aluminium avait primé à cause de sa légèreté : l'automobile, l'aviation, un concurrent fort dangereux est né dans le magnésium.

Est-ce à dire que les jours de l'aluminium soient comptés et qu'il ne restera pas un métal usuel de l'avenir ? Quoique ceux qui se rangent à cet avis pessimiste soient fort nombreux, il en est d'autres qui prédisent à l'aluminium un rôle de second plan encore fort appréciable. Ces derniers avouent que le grand tort fait à ce métal a été de vouloir lui faire jouer un rôle de passe-partout ; on y a déjà d'ailleurs renoncé depuis longtemps pour se cantonner uniquement dans certains alliages possédant réellement des propriétés spéciales.

Avant de nous occuper de ceux devenus déjà d'usage courant, disons qu'on peut classer les alliages d'aluminium en trois catégories : les alliages lourds où la densité est supérieure à 6 ; les alliages de densité moyenne où celle-ci est comprise entre 3 et 6 et les alliages légers où la densité est inférieure à 3.

Alliages lourds. — Dans ceux-ci, l'aluminium n'atteint jamais une forte proportion. Les plus répandus sont certainement les bronzes d'aluminium avec des proportions allant de 88 à 95 % de cuivre pour 5 à 12 % d'aluminium. Celui à 10 % d'aluminium, déjà ancien puisqu'il fut obtenu par Sainte-Claire-Deville, est d'assez bel aspect pour être utilisé en orfèvrerie.

Une grosse utilisation de ces alliages réside dans la fabrication des miroirs métalliques pour projecteurs ; une autre est celle qu'en fait la Monnaie pour la fabrication des jetons de cinquante centimes, un franc et deux francs ; ce dernier alliage renferme 8 % d'aluminium et 0,5 % de manganèse.

Alliages de densité moyenne. — Ceux-ci sont restés du domaine du laboratoire et aucun d'eux n'a eu encore d'utilisation réelle ; ce sont des alliages aluminium-zinc, auxquels on ajoute des petites quantités d'étain, de cuivre, de manganèse, etc.

Alliages légers. — Ce sont ceux réellement intéressants. Leur nombre est considérable, mais, en pratique, ils se ramènent à quelques types seulement. Les uns sont seulement binaires : aluminium-cuivre, aluminium-zinc, aluminium-silicium, etc. ; d'autres ternaires : aluminium-cuivre-magnésium, aluminium-magnésium-silicium, etc. ; d'autres plus complexes encore ; en tout cas, la proportion des corps autres que l'aluminium n'y dépasse jamais 15 %, le plus souvent elle est très inférieure.

Le tableau suivant renferme, avec leur composition et leur densité, les principaux de ces alliages :

	Densité
Alliages sans traitement thermique.	
Alliage 3-6 % cuivre :	
Aluminium 94-97 %	
Cuivre 3-6 %	2,7 à 2,8
Alliage dit « américain » :	
Aluminium 92 %	
Cuivre 8 %	2,86
Alliage dit « anglais » :	
Aluminium 88 %	
Cuivre 12 %	2,94
Alliage dit « allemand » :	
Aluminium 85 %	
Cuivre 3 %	2,96
Zinc 12 %	
Alliage pour coulées sous pression :	
Aluminium 91 %	
Cuivre 4 %	2,75
Silicium 5 %	
Alpax ou silumin :	
Aluminium 87 %	
Silicium 13 %	2,6
Alliages à traitement thermique.	
Alliage Y :	
Aluminium 92,5 %	
Cuivre 4 %	
Magnésium 1,5 %	
Nickel 2 %	2,77
Duralumin :	
Aluminium 95 %	
Magnésium 0,5 %	
Manganèse 0,5 %	
Cuivre 4 %	2,8
Almasilium :	
Aluminium 97 %	
Magnésium 1 %	2,6
Silicium 2 %	
Alliage L. M. :	
Aluminium 93,75 %	
Cuivre 4,75 %	
Silicium 0,75 %	
Manganèse 0,75 %	2,75
Aldrey :	
Aluminium 98,7 %	
Magnésium 0,4 %	
Silicium 0,6 %	
Fer 0,3 %	2,6
Almélec :	
Aluminium 98,5 %	
Magnésium 0,7 %	
Silicium 0,5 %	
Fer 0,3 %	2,6
Alliage J. L. :	
Aluminium 95,5 %	
Cuivre 4,5 %	2,75
Alliage R. R. 56 :	
Aluminium 93,7 %	
Cuivre 2 %	
Nickel 1,3 %	
Magnésium 0,8 %	2,70
Fer 1,4 %	
Titane 0,10 %	
Silicium 0,70 %	

Les caractéristiques d'ailleurs fort différentes de tous ces alliages dicteront leurs applications. Le duralumin,

dont la charge de rupture est voisine de celle de l'acier doux, sera utilisé pour la fabrication des tôles laminées, de barres et profilés filés à la presse et de toutes pièces forgées ou estampées.

L'almosilium, tout en se prêtant fort bien aussi aux opérations de forgeage et d'estampage, sera tout désigné vu l'allongement qu'il conserve après traitement thermique pour toutes opérations de transformation telles que l'emboutissage, le repoussage, la mise en forme, etc.

Les alliages Aldrey, Almelec et J. L. sont spécialement utilisés pour le tréfilage de fils ou câbles pour conducteurs électriques ; le dernier ayant une rséistance plus élevée. Quant aux alliages Y et R. R. leur résistance aux températures élevées les rend aptes à entrer dans les divers organes des moteurs : cylindres, pistons, biellos, etc.

Ces alliages légers, on le voit, sont des plus intéressants et si l'aluminium, au lieu de vouloir marcher à pas de géant, s'en était tenu là, il n'aurait pas à subir un recul, chose toujours désagréable.

V. Charrin.

Chemins de fer

Etuvage des rails (1). — *Principe.* — On améliore la tenue des rails, en agissant sur la composition chimique.

Les rails de bonne qualité exempts d'impuretés peuvent avantageusement subir la sorbitisation, traitement thermique qui diffère de la trempe par le ralentissement de la loi de refroidissement, de sorte qu'on aboutit à la sorbite caractérisée par une grande *finesse de grain*.

Nous allons voir qu'il serait dangereux toutefois, de ne pas compléter le traitement par un étuvage appliqué dans certaines conditions.

Agent réfrigérant. — Aux usines de Steelton, Fa, de la « Bethlehem Steel corporation » (Etats-Unis d'Amérique) on emploie encore pour le refroidissement de l'air sec, mais cet agent n'agit pas assez vite et ralentit la production.

Dans toutes les installations modernes, on emploie l'air humide sous forme de *brouillard* finement divisé, parfaitement homogène et dont on peut régler la distribution méthodiquement. En outre, la longueur de la poutre caisson utilisée pour cette distribution et contre laquelle le champignon du rail est amené automatiquement a été augmentée, de sorte que toute la production d'une laminoir puisse être sorbitisée sans perte de temps.

Résultats d'essais. — L'accroissement de la résistance à la traction après traitement, varie de 13 à 19 kg/mm², les essais au choc montrent l'immunité remarquable des rails sorbitisés contre la fragilité. En outre, on obtient jusqu'à une profondeur de 15 à 20 mm. un grain de 40 à 60 points du nombre dureté de Brinell.

Usure en service. — Les résultats obtenus en service sont variables avec les circonstances. Le résultat le moins avantageux est une réduction de 165 à 100 de la perte de poids. On peut compter sur le doublement de la durée des rails, cela pour une dépense de 20 à 25 % du prix des rails ordinaires seulement.

Cette formule ne donne d'ailleurs qu'une idée insuffisante du bénéfice, car les comparaisons se faisaient entre des rails ayant des teneurs en carbone différentes; un des principaux avantages de la sorbitisation étant la *possibilité d'amener à de hautes résistances, des rails n'ayant qu'une teneur modérée en carbone* et par conséquent assez peu fragiles.

Fissuration des rails. — Mais le traitement ne peut améliorer que la structure, il ne doit donc être appliqué que sur des rails ne présentant *aucun défaut*, les seuls rails d'ailleurs qu'on puisse recevoir dans les chemins de fer.

Or, une cause de rupture que l'on a surtout observée en Amérique, le développement de fissures, notamment de fissures transversales, échappe souvent aux contrôleurs parce que, au moment de la réception, ces fissures intérieures sont imperceptibles.

Si l'on brise un rail affecté d'une fissure, on aperçoit une fine crique, généralement normale à l'axe longitudinal du rail, mais qui est parfois longitudinale ou oblique. On la trouve ordinairement dans la partie inférieure du champignon où elle apparait comme une tache ovale ou circulaire dont le diamètre varie depuis une dimension microscopique jusqu'à 13 mm. environ, parfois davantage, et qui présente un aspect argenté mat, tache grise dans la cassure.

Au microscope, on distingue des criques extrêmement fines entourant les grains, défauts internes analogues à ceux que l'on rencontre dans les pièces de forge en acier spécial et qu'on appelle parfois *flocons de neige*.

Les fissures transversales sont beaucoup plus fréquentes dans certaines coulées d'acier que dans l'autres, par conséquent si le service peut développer la fissure, il semble bien qu'il ne la fasse pas naître.

En outre, les fissures transversales se rencontrent principalement dans les aciers à haute teneur en carbone (plus de 0,60 p. 100) ou dans les aciers spéciaux dépourvus d'un réseau continu de ferrite libre.

D'un autre côté, il est à peu près certain que la fissure ne s'est pas formée avant laminage, cette opération l'aurait allongée ou modifiée autrement : sa forme ne serait plus circulaire. Mais puisque la crique passe autour des grains, la fissuration est née à une température au-dessus de 300° C; si le phénomène s'était manifesté au-dessous de cette température on aurait aussi des fissures traversant les grains.

Pourraient-elles avoir leur origine à une température supérieure à celle de la zone critique 750-720° à 550° C environ ? — On les trouverait alors nécessairement à la *limite* des nouveaux cristaux formés dans cette période critique, ce qui n'est pas.

Donc la fissuration n'a pu commencer qu'entre 550° et 300°.

Si l'on étudie les modifications des caractéristiques de deux aciers tenant respectivement 0,91 et 0,55 p. 100 de carbone en fonction des températures on voit :

a) La résistance à la *traction* s'élever jusqu'à 300° ou 350°, puis baisser très rapidement ;

b) La *ductilité* accuse une légère chute vers 250°, puis l'allongement p. 100 monte rapidement jusqu'à 450° pour descendre ensuite jusqu'à 550-580° et finalement remonter.

Les mêmes phénomènes se retrouvent au refroidissement.

MM. Sandberg ont opéré sur de l'acier à 0,82 p. 100 de carbone à l'aide d'une machine Humfrey à essayer des barreaux entaillés pour établir des diagrammes du moment fléchissant supporté et des angles de pliage avant rupture aux diverses températures.

Le moment fléchissant diminuait jusqu'à une température de 150° C pour monter rapidement à un maximum vers 380° C et descendre ensuite *très* rapidement.

On obtient un diagramme analogue en rapportant les

(1) C. J. Allen. *Bulletin de l'Association internationale des chemins de fer.*

angles de pliage, sauf qu'après une chute rapide entre 400 et 500° C l'angle augmentait avec la température.

Par conséquent c'est entre 350° et 500° que l'acier est le plus vulnérable et c'est entre ces limites qu'il faut chercher les conditions de naissance de la fissure transversale.

Températures critiques de refroidissement. — En quittant le laminoir de 800 à 1000°, les rails sont à une température bien supérieure à la température de formation de leur structure cristalline. Après leur sciage et leur dépôt sur les étendoirs, ils se refroidissent progressivement, mais toutes les parties de leur section ne se refroidissent pas à la même vitesse. La perte de chaleur se fait par rayonnement superficiel, les couches intérieures écoulent leur calorique par conduction; il arrive nécessairement que ces parties sont encore à une température de 500°, par exemple, tandis que l'extérieur est à 400°. A ce moment, l'intérieur est encore faible au point de vue de la résistance et de la ductilité, l'extérieur est devenu résistant et ductile. Si la baisse de température est alors plus rapide à l'intérieur qu'à l'extérieur, les contractions différentes de ces deux couches font naître de fortes tensions internes, beaucoup plus intenses que celles qui sont provoquées par les différences de température moyennes entre le champignon, l'âme et le patin. La tension intérieure s'accentue encore par suite de l'augmentation *subite* et rapide de résistance des courbes extérieures lorsqu'elles atteignent environ 370°.

Cette théorie est confirmée par l'observation, faite en Amérique, que *les fissures internes sont moins fréquentes dans les rails laminés pendant l'été que dans ceux laminés l'hiver.*

La fissure transversale se forme donc pendant le refroidissement inégal des différentes parties de la section et c'est dans le nivellement des températures pendant le refroidissement qu'il faut chercher le remède.

Etuve ou four. — La Cargo Fleet Iron C° a mis au point avec MM. Sandberg un petit four ou étuve qui consiste simplement en une couverture enjambant complètement la table de refroidissement et assez longue pour les plus grands rails. Deux membranes d'acier en treillis supportent une voûte de 2 m. 15 de largeur et 23 cm. d'épaisseur, composée de briques réfractaires légères. Immédiatement après sorbitisation, les rails sont encore à 550-600° C, on les pousse par des volets inclinés dans l'étuve dont la température intérieure, maintenue par leur propre chaleur, est élevée au besoin, en tout cas au début des opérations, par l'emploi de jets de gaz.

Il suffit de 6 minutes environ pour égaliser la température dans toute la section du rail, mais les rails restent pendant 20 à 30 minutes jusqu'au moment où l'introduction d'autres rails pousse au dehors ceux dont le refroidissement a été suffisamment retardé.

Résultats de l'étuvage. — Cette installation a servi pour le traitement complémentaire de 25.000 tonnes de rails sorbitisés ainsi que pour un tonnage considérable de rails non sorbitisés (car ces derniers pourraient être fissurés s'ils n'étaient passés à l'étuve).

On a mesuré la diminution des tensions internes par divers moyens dont le plus simple consiste à scier les rails traités longitudinalement de manière à les diviser en champignon, âme et patin. Les champignons des rails traités, mais non étuvés, prennent une flèche de 5 à 7 mm., tandis que les rails étuvés n'ont plus que 1 à 1,5 de flèche, ce qui prouve bien la faiblesse des tensions intérieures après étuvage, et a, en outre, pour conséquence d'éviter la plus grande partie du dressage à froid.

Cette double constatation s'explique bien puisque l'intervention, en somme, consiste à arrêter la perte de chaleur par rayonnement à un stade du refroidissement où les parties *intérieures et extérieures* du rail sont encore au-dessus de 500° C. après passage de la période critique proprement dite, de sorte que la température soit uniforme dans chaque section pendant tout le refroidissement de 500 à 300°.

L'étuvage ne détruit nullement la sorbitisation. Des essais après étuvage donnent 97,8 kg/mm² comme résistance à la traction, l'allongement o/o avant rupture étant de 15.

Il en serait tout autrement si l'on opérait un refroidissement lent depuis la température de laminage jusqu'à l'état froid, en rangeant ou empilant les rails chauds sur la table d'étendage. Les grains d'aciers grossiraient par suite de ce recuit qui adoucirait les rails.

L'opération causerait aussi un retard dans la production, l'étuve ne ralentit nullement la cadence. On peut d'ailleurs employer une couverture cintrée isolante qui se déplace lentement sur la table d'étendage, de manière à venir ouvrir les rails ayant une température de 550° environ jusqu'à ce que leur température soit descendue à 300°. Pour les rails sorbitisés, il suffit d'une étuve fixe.

Conclusion. — La fissuration interne des rails est un défaut grave que l'on peut empêcher par étuvage des rails, opération particulièrement avantageuse quand elle se fait sur des rails déjà sorbitisés, rails tenaces et durs offrant toute sécurité contre la rupture.

EDMOND MARCOTTE.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 29 mai 1933.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *P. Goldberg* (prés. par M. E. Borel). — **Sur la loi de Bernouilli à deux variables et la corrélation.**

GÉOMÉTRIE ALGÉBRIQUE. — *P. Dubreil.* — **Sur quelques propriétés des variétés algébriques.**

AÉRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *J. Valensi* (prés. par M. Henri Villat). — **Etude du champ des vitesses autour d'une hélice.**

— *Ch. Chartier* (prés. par M. H. Villat). — **Sur le champ hydrodynamique autour d'une hélice à trois pales.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *R. Retal* (prés. par M E. Jouguet). — **Influence de la pression d'injection sur le fonctionnement des moteurs Diesel.**

— *Clerget* (prés. par M. Jouguet). — **Essais de plusieurs fluides dans les moteurs à injection.**

Les essais ont montré qu'il est possible, en employant le gas-oil et l'éthanol, d'obtenir, à consommation égale par cheval, une puissance supérieure à celle développée avec l'essence.

— *A. Fouché* (prés. par M. H. Villat). — **Sur des vibrations secondaires des manographes.**

L'auteur démontre la sensibilité et la précision du manographe à membrane élastique et à levier optique.

ASTRONOMIE. — *J. Xanthakis* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur les déplacements apparents de l'étoile polaire.**

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *O. Thellier* (prés. par M. Ch. Maurain). - **Mesure de la conductibilité électrique de l'air par une méthode de zéro.**

ÉLECTRICITÉ. — *W. Uyterhoeven, J. Bruynes* et *C. Verburg* (prés. par M. Brillouin). — **L'émission de lumière par un mélange de gaz et de vapeurs dans la colonne positive d'une décharge luminescente.**

PHYSIQUE. — *P. Brémond* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'écoulement des gaz aux températures élevées au travers des matières à structure très serrée.**

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *E. Stahel* et *H. Ketelaar* (prés. par M. P. Weiss). — **Diffusion nucléaire des rayons gamma.**

PHYSIQUE ATOMIQUE. — *V. Posejpal* (prés. par M. A. Cotton). — **Nouvelles remarques sur le rayon atomique du carbone dans le diamant.**

OPTIQUE. — *R. Lucas* (prés. par M. A. Cotton). - **Sur les variations thermiques des biréfringences électromagnétiques anormales.**

— *A. Monnier* et *M. Mouton* (prés. par M. Matignon). — **Sur l'emploi de verres propres à réduire l'éblouissement produit par les projecteurs d'automobiles.**

L'application aux projecteurs d'automobiles, de la lumière jaune totalement dépourvue de radiations bleues et violettes, provoque une réduction très sensible de l'éblouissement et une augmentation très nette de la visibilité.

ÉLECTROCHIMIE. — *Guichard, Clausmann, Billon* et *Lanthony* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la teneur en hydrogène et la dureté du chrome électrolytique.**

Pour le chrome, comme pour le fer, l'hydrogène n'est pour rien dans la dureté remarquable des métaux électrolytiques, cette dureté trouvant une explication plus normale dans la structure de ces métaux qui ont été déjà comparés à des métaux fortement écrouis.

RADIOACTIVIVÉ. — *S. Rosenblum* et *C. Chamié* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le rayonnement α du radiothorium et de ses dérivés.**

Les auteurs ont montré précédemment que le rayonnement du radiathorium comportait l'existence de trois groupes, dont deux appartenaient au radiothorium et le troisième α_x était indécis. Les nouvelles expériences effectuées montrent que le groupe α_x appartient probablement au polonium.

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Lalande.* — **Températures de congélation des mélanges ternaires d'eau, d'alcool éthylique et d'éther éthylique.**

— *A.-P. Rollet* et *Peng-Chung-Ming* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Action des borates alcalins sur le bromure et l'iodure de plomb en solution aqueuse.**

Les auteurs confirment l'existence du chloroborate de plomb de Herapath et ont préparé un bromo et un iodoborate de plomb qu'ils n'avaient pas encore signalés.

CHIMIE MINÉRALE. — *H. Lafuma* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'évolution des aluminates de calcium hydratés hexagonaux.**

Le seul aluminate de calcium hydraté, stable, quelles que soient les conditions de concentration et de température, est l'aluminate tricalcique cubique ; les différents aluminates hexagonaux ne sont que des états métastables dont la transformation en aluminate tricalcique cubique est favorisée par une élévation de température et une augmentation de la concentration en chaux de la solution au contact de laquelle on les conserve.

CHIMIE ORGANIQUE. — *P. Thomas* et *C. Kalman* (prés. par M. G. Urbain). — **Action des divers sucres sur la réaction des solutions de borax.**

Des réactions équimoléculaires de glucose, de galactose, de mannose et d'arabinose donnent, en présence du borax un pH identique, donc une mise en liberté identique d'ions H.

Le xylose, et surtout le fructose, provoquent une acidification plus marquée ; avec le fructose on arrive au pH de 4 environ.

Des divers sucres étudiés, le rhamnose se montre le moins actif.

— *M. Backès* (prés. par M. G. Urbain). — **Action de l'oxychlorure de phosphore sur quelques aldéhydes.**

— *R. Jarry* (prés. par M. Matignon). — **Extraction, par l'ammoniac liquide, de phénols purs à partir des huiles de goudron.**

— *Ch. Dorier* (prés. par M. Delépine). — **Action du chlorure d'allyle β chloré sur les amines primaires aromatiques.**

— *H. Wuyts* (prés. par M. Delépine). — **Nouvelles réactions des sucres réducteurs.**

— *M. Godchot* et *M. Mousseron* (prés. par M. Delépine). — **Sur l'obtention d'aminocycloheptanols et leur dédoublement en composés actifs.**

MINÉRALOGIE. — *N. Demassieux* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la reproduction de la laurionite et la préparation de l'oxybromure de plomb.**

En partant d'une solution aqueuse saturée de chlorure de plomb et en la maintenant en tubes scellés un temps variable depuis trois jours à trois mois environ, l'auteur a obtenu des cristaux atteignant parfois 1 cm. de longueur. La température anormale pour provoquer l'hydrolyse varie de 100° à 200°. Mais pour obtenir de très beaux cristaux on ne doit pas dépasser 130°. Au-dessus de cette température, le verre s'attaque et les cristaux d'oxychlorure se trouvent mélangés avec des impuretés.

L. Franchet.

PALÉONTOLOGIE. — *G. Pontier* et *R. Anthony* (prés. par M. Barrois). — **Présence d'une prémolaire chez l'*Elephas imperator* Leidy.**

L'*E. imperator* est le seul représentant, en Amérique, des Archidiscodontes, dont l'*E. planifrons* constitue le type le plus ancien. Comme ce dernier, l'*E. imperator* possède des prémolaires, vestiges d'une seconde dentition jugale.

BOTANIQUE. — *P. Hagene* (prés. par M. Molliard). — **Le terreau des Frênes écimés.**

Le terreau des Frênes écimés a la même origine que celui des Saules écimés : il est d'origine purément végétale, pauvre en éléments minéraux ; il est plus riche en matières solubles dans l'eau que le terreau des Saules, sans doute parce que moins complètement drainé.

CHIMIE AGRICOLE. — *J. Ribéreau-Gayon* (prés. par M. Viala). — **Sur le rôle des colloïdes protecteurs dans la stabilité des vins.**

Les casses ferrique et cuivreuse des vins, consistant dans la formation de phosphate ferrique ou de sulfure de cuivre, sont accompagnées fréquemment, mais non nécessairement, de l'apparition d'un trouble. Dans un vin additionné de gomme les réactions chimiques ont lieu, mais il n'y a pas floculation. Cet effet protecteur permet

de décomposer le phénomène en deux temps. L'emploi peut être admis dans la pratique, car il suffit de traces de gomme (200 milligrammes de gomme arabique par litre pour enrayer la précipitation de 8 à 10 milligrammes de fer). L'addition de gélatine ou d'ichtyocolle provoque, au contraire, toujours, la floculation du phosphate ferrique ou du sulfure de cuivre.

PHYSIOLOGIE. — *J. Amar* (prés. par M. d'Arsonval). — **Diurèse normale.**

La bière est un diurétique nutritif, élevant le métabolisme ; il y a « diurèse glomérulaire par hydrothermie métabolique ». Dans le cas de la bière et de l'eau, la diurèse normale semble obéir à un accroissement parallèle du métabolisme en dehors de toute intervention des nerfs sécrétoires. Au point de vue pratique, l'eau fraîche constitue la meilleure boisson d'été parce qu'elle provoque la diurèse sans fournir d'énergie ; au contraire, toute boisson nutritive, comme le vin, la bière, les jus de fruits est à éviter.

PHYSIOLOGIE. — *R. Lecoq* et *J. Savare* (prés. par M. Desgrez). — **Influence de la constitution des lipides sur l'évolution de l'avitaminose B totale et généralité du besoin de vitamines B dans l'utilisation des lipides par l'organisme du Pigeon.**

En absence de vitamines B et de glucides, de fortes proportions de lipides dans l'alimentation du Pigeon n'empêchent pas l'apparition des crises polynévritiques. L'avitaminose B totale évolue d'autant plus rapidement que les lipides ingérés sont plus riches en acides gras non saturés. Il suffit d'ajouter des vitamines B à un régime riche en lipides pour prévenir ou guérir la polynévrite (sauf dans le cas de l'huile de ricin). Le Pigeon a donc besoin de vitamines B pour utiliser les lipides. L'action préventive ou curative de la levure de bière ne se manifeste pas lorsque le régime comporte de l'huile de ricin.

PHARMACODYNAMIE. — *R. Hazard* (prés. par M. Desgrez). — **Action de la spartéine sur les effets vaso-constricteurs de quelques composés adrénaliniques.**

La spartéine renforce inégalement les effets vaso-constricteurs de divers principes. Par ordre de renforcement décroissant, on aura : adrénaline et sympathol, genêt, phényléthanolamine et tyramine, éphédrine, chlorure de baryum. La spartéine, en sensibilisant les vaso-constricteurs aux actions sympathiques, apporte un élément supplémentaire de différenciation dans l'étude du mécanisme nerveux ou musculaire des vaso-constricteurs.

MÉCANIQUE ANIMALE. — *A. Magnan* et *Cl. Magnan* (prés. par M. d'Arsonval). — **Sur la structure des ailes d'insectes et son rôle dans le vol par battement.**

L'aile des Diptères, Mouches et Libellules, présente une structure en rigoles. On constate qu'il se produit, au cours du vol, un courant d'air dirigé vers l'arrière, dont le rôle est indiscutable dans la propulsion et la sustentation. Ce sont les rigoles qui donnent naissance au courant d'air constaté. Chez les Hyménoptères et les Lépidoptères, existe une autre disposition rappelant plutôt ce que l'on observe chez les oiseaux.

PROTISTOLOGIE. — *H. Nouvel* (prés. par M. Joubin). — **Observations sur l'infusoriforme des Dicyémides.**

L'infusoriforme des Dicyémides a été considéré, par la plupart des auteurs, comme un individu mâle. Lameere, cependant, le considère comme hermaphrodite. L'étude cytologique et histochimique des corpuscules en forme de virgule des cellules de l'urne montre qu'il s'agit de granulations résultant d'une sécrétion vacuolaire. Les éléments considérés par certains auteurs comme des spermatozoïdes sont, en réalité, des cils pourvus de corpuscules basaux. L'infusoriforme n'est pas le mâle des Dicyémides ; il représente, très probablement, une forme de dissémination de l'espèce.

M. Mascré.

Séance du 6 juin 1933.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *A. Denjoy.* — **Sur les variables pondérées multipliables.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *E.-J. Gumbel* (transm. par M. E. Borel). — **Erreur moyenne et moyenne arithmétique. Age moyen des vivants et âge moyen au moment de la mort.**

MÉCANIQUE. — *Le Roux.* — **Sur l'incompatibilité de la conception riemanienne de l'espace avec le principe de relativité.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *L. Sackmann* (prés. par M. Henri Villat). — **Sur la variation de l'angle de décollement en fonction du régime d'écoulement.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *E. Merlin* (prés. par M. Ernest Esclangon). — **Sur le problème des deux corps à masse décroissante.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *A. Danjon* (prés. par M. Pierre Weiss). — **Sur une nouvelle méthode micrométrique interférentielle applicable aux satellites de Jupiter et aux étoiles doubles.**

MÉTÉOROLOGIE. — *G. Dédebant* (prés. par M. E. Fichot). — **Sur l'évolution barométrique.**

ÉLECTRICITÉ. — *A. de Gramont.* — **Sur les mouvements d'un cristal de quartz dans un champ électrostatique.**

MAGNÉTISME. — *I. Golstein* et *Y. Rocard* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur le paramagnétisme de l'oxygène gazeux ou liquide.**

MAGNÉTO-OPTIQUE. — *M. Schérer* et *R. Cordonnier* (prés. par M. A. Cotton). — **Dichroïsme circulaire magnétique des solutions aqueuses de sulfate et de nitrate de cobalt.**

SPECTROSCOPIE. — *A. Hautot* (prés. par M. Ch. Fabry). — **La structure du spectre K des atomes très légers.**

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *A. Léauté* (transm. par M. G. Charpy). — **Evaporation et oxydation des revêtements à base de goudron de houille.**

L'auteur a recherché si, quand le goudron est épandu sur une chaussée, l'eau et les huiles légères entraînent dans leur départ, d'autres éléments dont on espère que, seuls ils seront plus stables. Il a cherché, en outre, à fixer l'influence qu'exerce sur cette évaporation, l'addition au goudron de fines particules solides, de préférence du charbon. En employant du goudron seul, l'expérience conduite de façon à obtenir les mêmes effets de vieillissements que sur une route : le revêtement est devenu cassant. Quant au goudron additionné de poudre solide, l'emploi du charbon pulvérisé seul retarde l'évaporation des éléments légers.

CHIMIE MINÉRALE. — *F. François* et *L. Delwaulle* (prés. par M. H. Le Chatellier). — **Formation directe de l'iodure de bismuthyle par union de l'iodure et de l'oxyde de bismuth. Sa dissociation par la chaleur.**

Les auteurs ont réalisé pour la première fois, l'union directe de BiI^3 et de Bi^2O^3 par les méthodes suivantes :

1° Par chauffage de l'iodure et de l'oxyde de bismuth solides dans le vide : la réaction n'a pas lieu à la température ordinaire, mais s'annonce très lente à 100° et la vitesse de combinaison croît rapidement avec la température qui à 290° paraît être la plus favorable ;

2° Par agitation dans l'eau, à la température ordinaire, du mélange BiI^3 et Bi^2O^3 ;

3° Par action de l'oxyde de bismuth sur les solutions d'iodure de bismuth sur les solutions d'iodure de bismuth dans l'iodure de potassium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *G. Arragon* (prés. par M. G. Bertrand). — **Deux dérivés acétylés du sorbose.**

L'auteur a préparé le pentaacétyl et le tétraacétyl sorbose par les méthodes d'acétylation de Hudson et Brauns et en partant du sorbose obtenu par oxydation biochimique de la sorbite des baies de sorbiers.

L. Franchet.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Daniel.* — **Sur la descendance de l'Alliaire greffée sur le Chou.**

Des graines provenant d'Alliaires greffées sur Chou vert ont été semées. Elles donnent des descendants dont l'aspect et le chimisme sont différents de ceux de l'épibiote. Parmi les modifications subies, il faut signaler des faits de dégénérescence, avec disjonction du caractère : résistance au froid. Ces faits permettent de comprendre pourquoi les pépins de nos arbres fruitiers donnent des individus différents entre eux et différents du pied mère.

BOTANIQUE. — *A. Dauphiné* (prés par M. Molliard). — **Sur la présence de matières protéiques dans la membrane pecto-cellulosique.**

Dans la lamelle moyenne de la membrane pecto-cellulosique, existent des matières protéiques que peuvent seules déceler certaines méthodes (méthode de Derrien et Turchini). Ces matières seraient intimement unies à la pectose et libérées lors de la dissolution.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *M^lle M. Cozic* (prés. par M. Molliard). — **Oxydations et réductions déterminées par *Acetobacter xylinum*.**

Acetobacter xylinum catalyse deux catégories de réactions : des réactions d'oxydation aux dépens de l'oxygène libre, des réactions d'oxydo-réduction, à l'abri de l'oxygène, aux dépens d'un colorant convenable. Les vitesses d'oxydation sont cinquante fois plus grandes que les vitesses d'oxydo-réduction. L'indépendance des deux phénomènes est montrée par l'influence qu'exercent le cyanure de potassium, les esters de l'acide bromacétique, le lavage des zooglées, sur les phénomènes de croissance, de respiration, de réduction. En présence de colorants, la bactérie peut vivre et croître en anaérobiose. La croissance peut donc se produire aux dépens de réactions productrices d'énergie très diverses, aérobies ou anaérobies. Ce fait est l'inverse de la croissance des levures avec inhibition de la fermentation alcoolique ou de la vie des tissus animaux avec inhibition de la fermentation lactique.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *A. Stoll* et *W. Kreis* (prés. par M. Delépine). — **Sur les glucosides digitaliques initiaux.**

E. Perrot et ses collaborateurs, n'ayant pu obtenir de digitaline cristallisée en traitant la feuille de Digitale *stabilisée* ont admis que ce glucoside se forme dans la feuille, par action fermentaire, à partir d'un autre principe. Kreis a retiré de *D. purpuera* le *purpureaglucoside* A composé de 1 molécule de digitoxigénine + 3 molécules de digitoxose + 1 molécule de glucose. La poudre fermentaire de *D. purpurea* transforme ce principe en digitaline cristallisée, par élimination du glucose ; cette action doit être rapportée à un principe fermentaire : la *digipurpidase*. Les lanataglucosides A, B, C, du *D. lanata* sont composés : d'une molécule de génine (différente pour chacun d'eux, et analogue aux génines des glucosides du *D. purpurea*) + 3 molécules de digitoxose + 1 molécule de glucose + 1 molécule d'acide acétique. La poudre de feuilles renferme de la *digilanidase* qui en détache le glucose ; les glucosides ainsi obtenus diffèrent de la digitoxine, de la gitoxine et de la digoxine par le groupement acétyle. Par hydrolyse chimique ménagée et par hydrolyse fermentaire, on peut donc obtenir les glucosides de *D. purpurea* à partir des glucosides de *D. lanata*.

PARASITOLOGIE. — *P. Mathias* et *M^lle I. Boulle* (prés. par M. Joubin). — **Sur une larve de Chironomide (Diptère) parasite d'un Mollusque.**

Les *Limnæa limosa* récoltés en divers endroits étaient parasités par une larve de Chironomide. Le cycle de ce Chironomide se résume ainsi : l'œuf donne naissance à une larve qui, après quelque temps de vie libre, pénètre dans une *Limnæa limosa* où elle va se loger à la surface du foie. A maturité, elle sort à l'extérieur, tisse un tube de soie et se transforme en une nymphe mobile qui donne naissance à un Chironomide vert. Ce cas semble le premier exemple d'une larve de Chironomide parasite d'un Mollusque.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Lisbonne* et *Seigneurin* (prés. par M. Roux). — **Sur l'électrophorèse des *Brucella*.**

On a mesuré la mobilité de diverses souches de *Brucella melitensis* et de *B. abortus bovis* dans les expériences d'électrophorèse. D'après leur mobilité, on distingue trois groupes : groupe ovin, peu mobile, groupe humain et caprin, de mobilité moyenne, groupe bovin, plus rapide. Tandis que les méthodes biochimiques classent les *Brucella*, quelle que soit leur origine animale, en deux espèces distinctes, l'électrophorèse les différencie d'après l'espèce animale dont ils proviennent. On notera le comportement à peu près identique des germes d'origine humaine et des germes d'origine caprine.

MICROBIOLOGIE. — *Ph. Lasseur*, *M^lles A. Dupaix* et *L. Georges* (prés. par M. Vincent). — **Observations sur la fixation des colorants par les corps microbiens en fonction du pH.**

D'après la nature du colorant, les courbes de fixation peuvent se ramener à 4 types. En suspension dans l'eau distillée, les plastides bactériennes ou les cellules de levure sont chargées négativement. Le signe de la charge est renversé vers pH = 3. La charge électrique ne suffit pas à expliquer tous les faits de fixation ; il faut faire intervenir aussi la notion de surface active et, dans quelques cas, la tension superficielle. Les résultats sont modifiés par la température. Certains colorants sont réduits dans une zone de pH déterminée. On a pu mettre en évidence, chez quelques Bactéries, et avec certains colorants, des grains chromatiques pour des zones de pH nettement délimitées.

M. Mascré.

NOUVELLES

Academie des Sciences. — M. E. Marchal est élu Correspondant pour la Section d'Economie rurale en remplacement de M. B. Baing, décédé.

M. E. Chatton est élu Correspondant pour la Section d'Anatomie et Zoologie.

M. A. Einstein est élu Associé étranger en remplacement de M. A. Michelson, décédé.

Société de Chimie-Physique. — A l'occasion du 25e Anniversaire de sa fondation, la Société organise une Réunion internationale qui se tiendra à Paris, du 16 au 22 octobre 1933.

IVe Congrès de Chimie biologique. — Ce congrès se tiendra à Paris, les 8, 9 et 10 novembre 1933; il est réservé à la Commémoration du Centenaire de la découverte de la diastase par Payen et Persoz.

Société Archéologique de Bordeaux. — La Société Archéologique de Bordeaux a célébré le centenaire de la fondation de la Préhistoire par Boucher de Perthes dont l'éloge a été prononcé par M. Th. Ricaud, Président de la Société. M. A. Nicolaï a fait l'historique de la Préhistoire en Gironde (époque paléolithique) et a évoqué les travaux des préhistoriens girondins.MM. Loirette et Charrol ont traité respectivement des monuments mégalithiques de la Gironde et de l'Age du Bronze.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — Les dossiers de demandes de prêts d'honneur aux étudiants pour l'année scolaire 1933-1934 seront reçus au Secrétariat de l'Académie de Paris (Sorbonne), du 1er septembre au 15 octobre, dernier délai.

Conservatoire National des Arts-et-Métiers. — MM. Granger, Professeur de Céramique et Verrerie, chaux et ciments et Damour, Professeur de Chauffage industriel, atteints par la limite d'âge sont maintenus en fonctions jusqu'au 1er octobre 1934.

Ecole d'Anthropologie. — M. Georges Montandon, est nommé Professeur d'Ethnologie en remplacement de M. Hervé, décédé.

Le P. Marcel Jousse, est nommé Professeur de Linguistique, en remplacement de M. Vinson, décédé.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

L'existence du neutron, par Irène Curie et F. Joliot, Collection Actualités scientifiques et industrielles. Fasc. n° XXXII des Exposés de physique théorique, publiés sous la direction de M. Louis de Broglie. In-8° de 22 pages avec 4 figures. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

En faisant agir sur certains atomes légers, comme ceux de bore et surtout de béryllium, les rayons α provenant du polonium, Bothe et Becker ont constaté la production d'un rayonnement très pénétrant qu'ils ont cru d'abord de nature électromagnétique et qu'ils ont assimilé à un rayonnement γ. Cependant un certain nombre de propriétés de ce rayonnement s'interprètent assez mal dans cette hypothèse, comme l'ont établi les recherches de Chadwick, de Maurice de Broglie et ses collaborateurs, d'Auger, de Thibaud, d'Irène Curie et Joliot. Pour en rendre compte, on a été amené à concevoir l'existence d'un corpuscule nouveau, formé par l'association intime d'un électron et d'un proton, et par suite électriquement neutre, d'où son nom de neutron. Les auteurs font un exposé critique très clair et très précis des recherches qui ont conduit à cette conception, et celles qu'ils ont effectuées eux-mêmes sur ce sujet compteront certainement parmi les plus importantes.

A. Be.

Orages, grêle et foudre dans la Haute-Loire, par Albert Baldit. In-8° de 224 pages. La « Haute-Loire », le Puy en Velay, éditeur, 1932. — Prix : 15 francs.

L'orage aux manifestations violentes et grandioses, dont le passage se traduit trop souvent par des cataclysmes, est un phénomène encore mal connu. Ce n'est que par des recherches minutieuses et patientes que le savant peut espérer arriver un jour à une compréhension plus exacte de la naissance et du développement de ce météore.

Il importe avant tout de réunir des documents abondants et de ne bâtir que fort prudemment des théories dont la solidité s'est souvent révélée illusoire, plus particulièrement en météorologie. A ce point de vue, le livre de M. Baldit est un chef-d'œuvre à citer en exemple. Tout ce qui peut intéresser l'étude des orages dans la Haute-Loire y est classé avec ordre et méthode. Avec un rare sens critique, l'auteur a su tirer parti des indications à caractère fort peu scientifique, qui pullulent en météorologie.

Se basant sur cette documentation puissante, M. Baldit a élaboré quelques théories sur la climatologie et le dynamisme des orages dans cette région particulièrement dangereuse à ce point de vue.

Ch. F.

Les Zoocécidies des plantes de l'Amérique du Sud et de l'Amérique Centrale, par C. Houard, Professeur de Botanique à l'Université de Strasbourg. In-8° de 519 pages, 1027 figures dans le texte, 1 carte. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 120 francs.

Cet important ouvrage est la sixième partie du monument considérable consacré par M. Houard aux Zoocécidies du Globe, dont le tome premier parut en 1909. Deux tomes en préparation sur les Zoocécidies des Plantes de l'Amérique du Nord, doivent compléter cet immense travail. « Les régions auxquelles est consacré le présent ouvrage comptent parmi les plus riches et les moins connues au point de vue des productions naturelles de la vie et par suite, des formations gallaires », déclare M. E.-L. Bouvier, dans la préface. Pourtant M. Houard n'y décrit pas moins de 1.341 sortes de Cécidies réparties en 98 familles végétales, principalement des Légumineuses et des Composées. La description de chacune des galles est suivie d'indications bibliographiques aussi complètes que possible. L'illustration de ce livre, très copieuse, a été faite d'après les matériaux personnels de M. Houard, les nombreux échantillons de la Collection cécidologique du Muséum et de celle du R. P. Tavares.

L. H.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 15 — 71e ANNÉE — 12 AOUT 1933

L'AMÉNAGEMENT INTÉGRAL DU RHÔNE

PROBLÈME NATIONAL

par Henri BRENIER

Directeur général des Services de la Chambre de Commerce de Marseills

L'organisation définitive de la Compagnie Nationale du Rhône, dont l'Assemblée Générale constitutive s'est tenue à Lyon le 27 mai écoulé, — sous la présidence de M. Léon Perrier, sénateur de l'Isère, ancien Ministre, un des inspirateurs de la loi du 27 mai 1921, et aux efforts persévérants de qui est dûe la solution enfin intervenue, — redonne une vive actualité au problème national de l'aménagement intégral du grand fleuve.

Dans un article paru, ici même, sous le même titre (mais sans le sous-titre), il y a dix-huit mois (1), M. Fernand Laborde, ingénieur E. C. P., vice-président de la Chambre des intérêts miniers de la Tunisie, faisait au signataire du présent article l'honneur de se référer, dans de nombreux passages, à une étude publiée par lui, quelques mois auparavant, sur le même sujet, dans la *Revue Politique et Parlementaire* (2).

M. Laborde s'attachait d'ailleurs plus spécialement à combattre, en ce qui concerne l'aménagement du fleuve pour la navigation, la solution du Canal latéral étudiée techniquement, par les ingénieurs des Ponts et Chaussées, à de nombreuses reprises, depuis 1808, c'est-à-dire depuis *cent vingt-cinq ans*, et prônée inlassablement, depuis 1878, par la Chambre de Commerce de Marseille à laquelle se sont joints, bien souvent, de nombreux autres groupements rhodaniens. Mais avant de reprendre, plus en détail, cet aspect particulier du problème, il est nécessaire de rappeler les termes généraux dans lesquels il se pose, et comment la loi du 27 mai 1921, le décret du 13 janvier 1931, et enfin les statuts de la Compagnie Nationale du Rhône, la Convention de la Concession qui doit lui être accordée et le Cahier des Charges Général qui y est joint, entendent que le problème soit résolu.

La loi du 27 mai 1921. Son objet.

La loi du 27 mai 1921 stipule, dans son article 1er, que « l'aménagement du Rhône, entre « *la frontière suisse et la mer* (c'est nous qui soulignons), sera réalisé au triple point de vue de « l'utilisation de la puissance hydraulique, de la

(1) *Revue Scientifique* du 12 décembre 1931.
(2) Numéro du 10 juillet 1931.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

« navigation, de l'irrigation et des autres em- « plois agricoles ». Le fleuve est divisé, en vue de cet aménagement, en six sections (1).

L'ensemble des travaux à effectuer (art. 2 de la loi) devait faire l'objet soit d'une concession unique (ce qui a été réalisé par le règlement d'administration publique du 13 janvier 1931 ; voir plus loin), soit de concessions séparées ; et le programme des opérations doit comprendre :

« 1° L'aménagement du fleuve, en vue de l'utilisation de sa puissance hydraulique et l'exécution simultanée d'une voie navigable à réaliser progressivement sur toute son étendue.

« 2° L'amélioration et, au besoin, la création de ports fluviaux correspondants, avec, quand il y aura lieu, leurs raccordements aux voies ferrées d'intérêt général et local.

« 3° La délimitation des périmètres irrigables, la fixation des quantités d'eau et d'énergie nécessaires pour les desservir, la détermination des points de prise et la construction des canaux primaires d'amenée des eaux et des stations de pompage.

« 4° L'évaluation des réserves d'énergie à prévoir pour les utilisations autres que les irrigations.

« 5° La construction des collecteurs de courant électrique assurant la liaison de toutes les usines génératrices entre elles et la jonction entre le réseau ainsi constitué et Paris ».

Suivent une série d'articles sur les moyens financiers dont devait pouvoir profiter la Compagnie Nationale du Rhône, et sur lesquels nous allons revenir dans un instant à propos de la constitution de celle-ci ; ainsi que diverses stipulations sur son organisation, ses pouvoirs, ses obligations, les règles administratives qui devront être observées pour ses travaux, les droits des riverains du Rhône, etc.

Nous nous bornons à reproduire les deux avant-derniers articles de la loi de 1921, qui peuvent avoir, éventuellement, une répercussion considérable sur l'ordre dans lequel seront entrepris les travaux, et la façon dont on les exécutera. Ces articles sont les suivants :

« Art. 9. — Les travaux seront conduits de telle sorte que l'aménagement de la force hydraulique, l'établissement de la voie navigable et la construction des canaux primaires d'irrigation et des stations de pompage soient toujours menés parallèlement dans les parties correspondantes du fleuve.

« Art. 10. — Par dérogation à l'article 9 les travaux d'ouverture de la voie navigable du Rhône entre Seyssel et la frontière suisse ne seront achevés qu'après qu'un accord aura été conclu avec le Gouvernement helvétique, concernant l'amélioration de la capacité d'emmagasinement du lac Léman. Cette restriction ne fait pas obstacle à l'aménagement de cette même section au point de vue de l'utilisation des forces hydrauliques. »

Le règlement d'administration publique du 13 janvier 1931. La combinaison financière pour l'exécution de la loi.

Peu après le vote de la loi, sa mise en œuvre se heurta aux difficultés financières générales : d'autres obstacles encore surgirent, et les mesures complémentaires nécessaires à sa mise en vigueur en furent retardées Le Comité d'Etudes du Rhône, créé, à la fin de la guerre (1918) au Ministère des Travaux Publics, ne reprit ses séances, sous la présidence de M. Léon Perrier, qu'au début de 1929 Peu auparavant la Chambre de Commerce de Marseille avait inscrit, en septembre 1928, à l'ordre du jour de la première Conférence (devenues annuelles depuis) des Chambres de Commerce Françaises de la Méditerranée, le problème de l'aménagement du Rhône, spécialement au point de vue de la navigation ; et fait émettre, par les 52 Chambres de Commerce, présentes ou représentées, un vœu dans ce sens (1).

Le règlement d'administration publique du 13 janvier 1931, pris sur l'initiative de M. Edouard Daladier, alors ministre des Travaux publics, décidait ainsi qu'il suit dans son article premier :

« La concession unique de l'ensemble des travaux à effectuer pour l'aménagement du Rhône, conformément à l'article 2 § 2 de la loi du 27 mai 1921, sera accordée, par décret délibéré en Conseil d'Etat, contresigné par les Ministres des Travaux publics, de l'Agriculture

(1) 1° De la frontière Suisse au canal de Savière (effluent du lac du Bourget) ; 2° Du canal de Savière à l'embouchure de la Saône (moins la traversée de Lyon) ; 3° La traversée de Lyon ; 4° Du confluent de la Saône au confluent de l'Isère ; 5° Du confluent de l'Isère au Gard ou Gardon ; 6° Du Gard'on à la mer.

(1) Peut-être me sera-t-il permis de rappeler à ce propos, mes principaux rapports ou articles, sur le problème du Rhône : *Où en est la question du Rhône* (suivi d'une Chronologie sommaire), 29 sept. 1928, 56 pp. ; *La question de l'Aménagement du Rhône et la Chambre de Commerce de Marseille*, rapport du 28 juin 1929, présenté au IIIe Congrès du Rhône de l'Union Générale des Rhodaniens à Genève (29 pp.) ; *Quelques précisions nouvelles sur l'Aménagement du Rhône au point de vue navigation* (Rapport à la IIe Conférence des Chambres de Commerce Françaises de la Méditerranée, 30 sept. 1929 (43 pp. avec carte) ; *Le problème national de l'Aménagement intégral du Rhône* (*Revue Politique et Parlementaire* du 10 juillet 1931, 40 pp.), sans compter de nombreuses *Notes* pour la Chambre de Commerce et pour l'extérieur, et des Conférences.

et des Finances à une Société unique dénommée « Compagnie Nationale du Rhône » (C. N. R.) groupant les collectivités, les établissements publics et les usagers intéressés. »

Ces groupements sont au nombre de quatre : 1° Ville de Paris et département de la Seine qui sont à l'origine des études (bien avant la guerre) du grand barrage de Génissiat, dans le Haut-Rhône, et ont été mêlés à toutes les tractations de la *Commission interdépartementale* pour l'étude du Rhône, fondée en 1900 ; 2° Compagnie des Chemins de fer P.-L.-M. (*pour l'électrification de ses lignes*) ; 3° les « collectivités rhodaniennes » proprement dites (départements, communes et syndicats de communes, Chambres de Commerce et d'Agriculture de la vallée et des affluents ; 4° les « industriels », producteurs et distributeurs de la force hydro-électrique et de la lumière, et usagers actuels, ou possibles, de cette force et de cette lumière.

Chacun de ces groupes devait s'engager à fournir un quart du capital-actions du début, fixé à 240 millions de francs (60 millions pour chacun) ; et ce capital versé permet (art. 3 de la loi du 27 mai 1921) d'émettre jusqu'à neuf fois sa valeur en obligations dont l'intérêt et l'amortissement sont garantis par l'Etat. Le premier quart du capital-actions étant actuellement versé, soit 60 millions, il pourra être appelé, successivement, un capital-obligations jusqu'à concurrence de 540 millions, c'est-à-dire que la Compagnie Nationale débute avec un capital de 600 millions, qui, par de nouveaux appels, — échelonnés suivant les travaux, — du capital-actions et du capital-obligations pourra atteindre jusqu'à 2.400 *millions*.

Le capital-actions, pour toute section dont l'exploitation normale sera commencée depuis un an, ne recevra aucune rémunération les années où la garantie accordée par l'Etat aux obligations aura fonctionné.

D'autre part, lorsque la garantie de l'Etat n'aura pas joué pour les obligations, les actions auront droit à un premier dividende qui sera, au maximum, l'intérêt augmenté de deux points, résultant du cours moyen de la rente 5 o/o perpétuelle, durant l'exercice considéré, réserve faite des conversions possibles de ce type de rente. Les « superbénéfices » (constitués par les excédents d'exploitation subsistant après le prélèvement de l'intérêt et de l'amortissement des obligations, et du dividende tel qu'il vient d'être défini), seront attribués, dans une proportion de 80 o/o, au remboursement, *sans intérêt*, des sommes versées par l'Etat à titre de garantie de l'intérêt du capital-obligations. Les 20 o/o restant seront attribués au capital-actions ; et comme ce nouveau capital permettra d'appeler pour neuf mois sa valeur en nouvelles obligations, on espère qu'il sera suffisant pour permettre, peu à peu, d'exécuter l'aménagement intégral du Rhône, *de la frontière Suisse jusqu'à la mer*, ce qui est l'objet même de la Concession qui doit être faite à la Compagnie Nationale du Rhône, ainsi qu'il résulte du projet de Convention et du Cahier des charges général annexés au décret du 13 janvier 1931.

L'Assemblée générale constitutive de la Compagnie Nationale du Rhône son Conseil d'administration et sa tache.

Ainsi que nous l'avons dit en commençant, l'Assemblée générale constitutive de la Compagnie Nationale du Rhône s'est tenue à Lyon, siège social de la Société, le 27 mai 1933. Elle a procédé à la nomination des membres du Conseil d'administration prévu par l'article 22 de ses statuts, et à qui va incomber la tâche difficile de mettre enfin en œuvre le grand projet.

Ce Conseil d'administration se compose de 40 membres, dont 16 désignés par l'Etat, et 6 par chacun des quatre groupes d'actionnaires (24 en tout). Leur mandat est de six ans et peut être renouvelé. Celui du premier Conseil est d'autant plus important que c'est lui qui va avoir, encore une fois, à « arrêter le programme des travaux, et à en fixer l'ordre d'exécution » (1).

(1) Aussi nous paraît-il utile de reproduire les noms et surtout les qualités des Membres du Conseil qui ont été publiés par tous les journaux à l'occasion de la cérémonie de son installation, à laquelle on avait donné beaucoup de solennité.

Représentants de l'Etat : M. Léon Perrier, sénateur, président du Conseil général de l'Isère, président du Conseil d'administration de la Compagnie Nationale du Rhône ; L. Fradel, président honoraire de la Chambre de Commerce de Lyon ; Maurice Hubert, président de la Chambre de Commerce de Marseille ; Lefèvre, président de la Chambre d'Agriculture régionale de Provence ; Riboulet, conseiller d'Etat ; Pierre Caillaux, Conseiller d'Etat ; Launay, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, directeur de la voierie routière, des forces hydrauliques et des distributions d'énergie électrique ; Watier, inspecteur général des Ponts et Chaussées, directeur des Voies navigables et des Ports maritimes ; Le Roux, inspecteur général des Ponts et Chaussées ; Escallier, directeur du mouvement général des fonds ; Georges Picot, sous directeur à la direction du Budget et du Contrôle financier ; Luquet, administrateur à la direction générale de l'enregistrement des domaines et du timbre ; Carrier, directeur général des Eaux et Forêts ; Troté, inspecteur général des Ponts et Chaussées (hydraulique agricole) ; Fighiera, directeur des Affaires Commerciales et Industrielles au ministère du Commerce et de l'Industrie ; Mouchet, directeur de l'administration départementale et communale.

Catégorie A. (département de la Seine) : MM. Giraud, directeur général des travaux de la ville de Paris ; Henri Sellier, conseiller général ; François Latour, conseiller gé-

On remarquera (voir la note), que dans la catégorie B (Collectivités rhodaniennes), ne figurent, comme membre du Conseil, que des représentants des départements. Les Chambres de Commerce de la Vallée du Rhône, dont celle de Marseille, qui a été la première à souscrire à la Compagnie Nationale (Séance du 20 septembre 1921 ; 2 millions) (1), et celle de Lyon (qui a souscrit pour 2.381.000 francs) ; et les Chambres d'agriculture, en la personne du président de la Chambre régionale d'agriculture de Provence, n'ont pu prendre place au Conseil

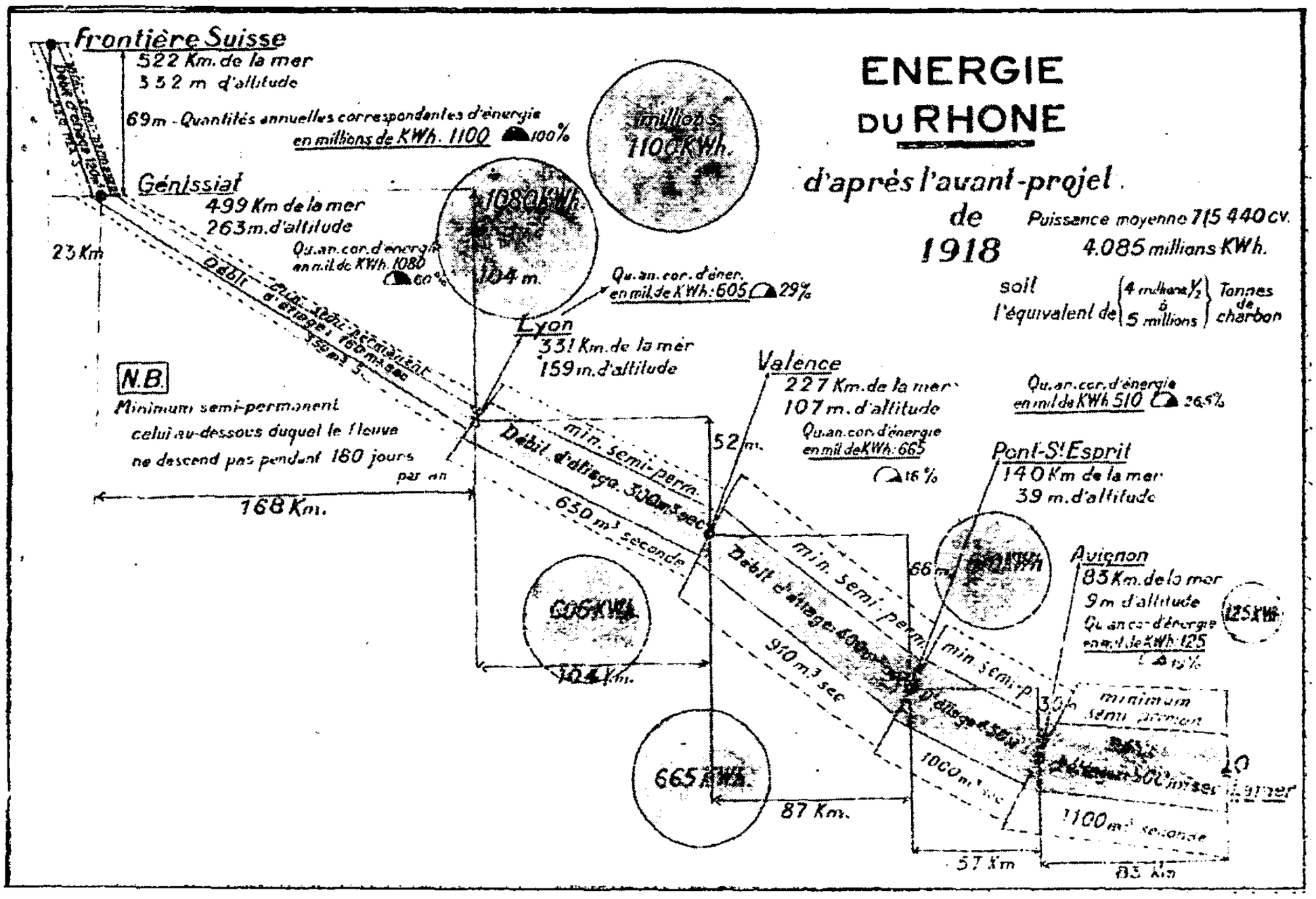


Fig. 1. — Energie du Rhône d'après l'avant-projet de 1918.

de Marseille, qui a été la première à souscrire à la Compagnie Nationale (Séance du 20 sep-

que dans la catégorie des représentants de l'Etat. Six départements sur les 11 départements souscripteurs (Seine non comprise), n'ont pas pu être représentés au Conseil (2). Il a bien fallu s'attacher à un critérium, et on paraît avoir pris celui, assez naturel, de l'importance des souscriptions. La ville de Marseille ne figure pas au Conseil, bien qu'elle soit particulièrement intéressée au Rhône. D'autre part, signalons dans la *Catégorie D* (Sociétés industrielles), la part prépondérante prise par l' « Auxiliaire pour l'Aménagement du Rhône » groupement d' « électriciens » qui se sont intéressés, depuis 1929, à la question du Rhône (souscription de 10 millions de francs).

Quoi qu'il en soit, il va s'agir maintenant

---

néral; Fiancette, député, conseiller général; Pignerol, inspecteur des Finances; Bouteville, inspecteur général des services techniques de la Ville de Paris.

Catégorie B. (départements, villes, Chambres de Commerce et d'Agriculture) : MM. Herriot, député, maire de Lyon (Rhône); Bernier (Ain); Robert (Loire); Milan, sénateur (Savoie); Fabre, conseiller général de Vaucluse; Jouval, conseiller général des Bouches-du-Rhône.

Catégorie C. (Compagnie P.-L.-M.) : MM. Sillol, administrateur de la Cie P. L. M.; Hubert Giraud, administrateur de la Cie P. L. M.; Level, administrateur de la Cie P. L. M.; Mugniot, directeur du P. L. M.; Cucherousset, ingénieur en chef de l'exploitation du P. L. M.; Vallantin, ingénieur en chef de la traction.

Catégorie D. (Sociétés industrielles) : MM. Antoine, administrateur délégué adjoint de la Société d'Electricité de Paris; Milon, administrateur délégué des forces motrices du Jura et des Alpes; E. Cordier, administrateur délégué de l'Energie Electrique du Littoral Méditerranéen; Painvin (S.A.P.A.R.); E. Mercier (Union Electricité); Roux (Force et Lumière).

(1) 2.000 actions de 1.000 fr.

(2) Ardèche, Drôme, Gard, Saône-et-Loire et Haute-Savoie. Les autres départements souscripteurs sont, nous l'avons vu, l'Ain, les Bouches-du-Rhône, l'Isère, la Loire, le Rhône et la Savoie. La Seine est à part.

pour le Conseil d'administration, en vertu de l'article 6 du Cahier des Charges général de la Concession, de soumettre, dans le délai de six mois à dater de l'approbation dudit Cahier, à l'approbation du Ministre des Travaux publics *un programme d'exécution de l'ensemble des travaux à exécuter* de la frontière suisse jusqu'à la mer, au triple point de vue de l'utilisation de la puissance hydraulique, de la navigation, de l'irrigation et des autres emplois agricoles.

Dans son allocution de prise de présidence, M. Léon Perrier a exposé que la première tranche de travaux comporterait l'aménagement d'une puissance de 250.000 kilowatts environ, devant fournir un milliard de kilowattheures ; la construction de deux grandes lignes de transport d'énergie allant de la région lyonnaise sur Paris et Marseille, l'aménagement du port industriel de Lyon et de ports à l'aval et l'exécution de travaux devant faciliter la navigation. Le rythme des travaux d'irrigation sera donné par l'Etat lui-même qui doit, avec ses subventions, fournir la plus grande part des fonds nécessaires aux syndicats formés par les riverains. L'ossature du programme est, d'après M. Perrier, constituée par l'aménagement de chutes.

Nous allons donc passer en revue successivement le triple objet : force, irrigation, navigation, de la Compagnie Nationale.

L'aménagement des chutes du Rhône.

Sur la puissance hydro-électrique du Rhône, nous avons donné à plusieurs reprises, et notamment dans notre article de la *Revue Politique et Parlementaire* du 10 juillet 1931, des renseignements circonstanciés. Rappelons simplement que si les évaluations extrêmement prudentes (1), des éminents ingénieurs spécialistes du Comité d'Etudes du Rhône de 1918 n'arrivaient, pour tout le fleuve, qu'à une puissance *moyenne* de 715.440 C.V., correspondant à 4 *milliards* 85 *millions de kwheures*, le projet de l'administration qui accompagnait le projet de loi de 1921 concluait à une puissance moyenne totale de 786.000 C.V.; et diverses estimations nouvelles faites depuis sont arrivées à un total de 1.703.000 C.V., soit 6 *milliards* 850 *millions de kwheures*.

Quelle que soit la puissance pratiquement réalisable (et elle dépend notamment de notre entente avec la Suisse pour le relèvement du plan d'eau, du lac Léman, qui permettrait de disposer, à la sortie du lac, de 190 millions de kwheures au lieu de 95 ; sans compter son effet précieux pour la régularisation du débit du fleuve, à la fois pour la force et pour la navigation) (1) ; il est incontestable, à notre avis, qu'un pays qui est obligé d'importer tous les ans plus de 20 millions de tonnes de charbon ne pourra pas laisser la formidable puissance naturelle du Rhône, indéfiniment, sans emploi. Et nous ne pouvons nous empêcher de rappeler à ce sujet le mot d'un magnat de la Ruhr, auquel un ingénieur français de l'occupation (de qui nous tenons le propos) faisait compliment de ce bassin : « Eh ! bien, et le Rhône ? » (2).

Il est compréhensible que, pour le moment, on soit assez hésitant sur la mise en valeur de l'énergie du Rhône étant donné le pléthore des kilowatts sur le marché, grâce, en particulier, au développement des usines thermiques. L'ensemble de nos usines (sauf erreur de notre part), pourraient fournir plus de 18 milliards de kwh. pour une consommation, à l'heure actuelle, bien inférieure.

Cela doit inciter à la prudence, et l'on peut être sûr que les puissantes Sociétés déjà productrices et distributrices d'électricité qui se sont assurées une part prépondérante (les 2/3 du capital-actions souscrit par la catégorie D ; voir ci-dessus), y veilleront ; tout à fait légitimement d'ailleurs. Mais il faut espérer que la crise générale qui s'est traduite dans le domaine de l'utilisation de l'électricité comme dans les autres, s'atténuera progressivement. La consommation par tête d'habitant est de 312 kwheures par an en France ; elle est de 600 kwheures aux Etats-Unis, où le charbon ne manque pas (3). C'est surtout dans la consommation *domestique*

(1) En effet, les coefficients *moyens* d'utilisation des chutes variaient de 100 % pour Génissiat à 60 % pour les 6 chutes suivantes, en amont de Lyon, jusqu'a Jonage ; à 29 % pour les 6 chutes prévues entre Lyon et le confluent de l'Isère ; enfin de 16 % à 26,5 % pour les 6 dernières chutes du confluent de l'Isère à celui de la Durance.

(1) Nous sommes obligés de laisser complètement de côté cet aspect du problème ; mais nos amis suisses savent combien nous sommes convaincus de son importance à Marseille, et particulièrement à la Chambre de Commerce. Celle-ci a reçu en dépôt l'an dernier, le drapeau fédéral suisse apporté par les pontonniers de Berne et du Seeland dans leur fameuse « décise » du Rhône. Il doit flotter à la proue du premier chaland qui remontera sans rompre charge de Marseille au lac Léman.

(2) Depuis que ceci a été écrit, nous avons eu connaissance de l'article de M. de Pesquidoux, dans la *Revue Universelle*, du 1er juin 1933 et dans lequel cet officier raconte que, chargé d'un camp d'officiers prisonniers allemands pendant la guerre, un des sujets de conférence choisis par ceux-ci entre-eux avait été précisément : « de l'im- « portance du Rhône au point de vue de la liaison entre « la Méditerranée et l'Europe centrale » !

Nous reviendrons sur cette « révélation » dans nos conclusions.

(3) C'est, au contraire, parce que la Suisse *manque de charbon* et dispose de beaucoup de chutes, que nous n'évoquons pas, au texte, sa consommation de 900 kw-heures par an par tête d'habitant.

de l'électricité qu'il semble qu'il y ait une marge sérieuse si le courant peut être fourni à meilleur marché :

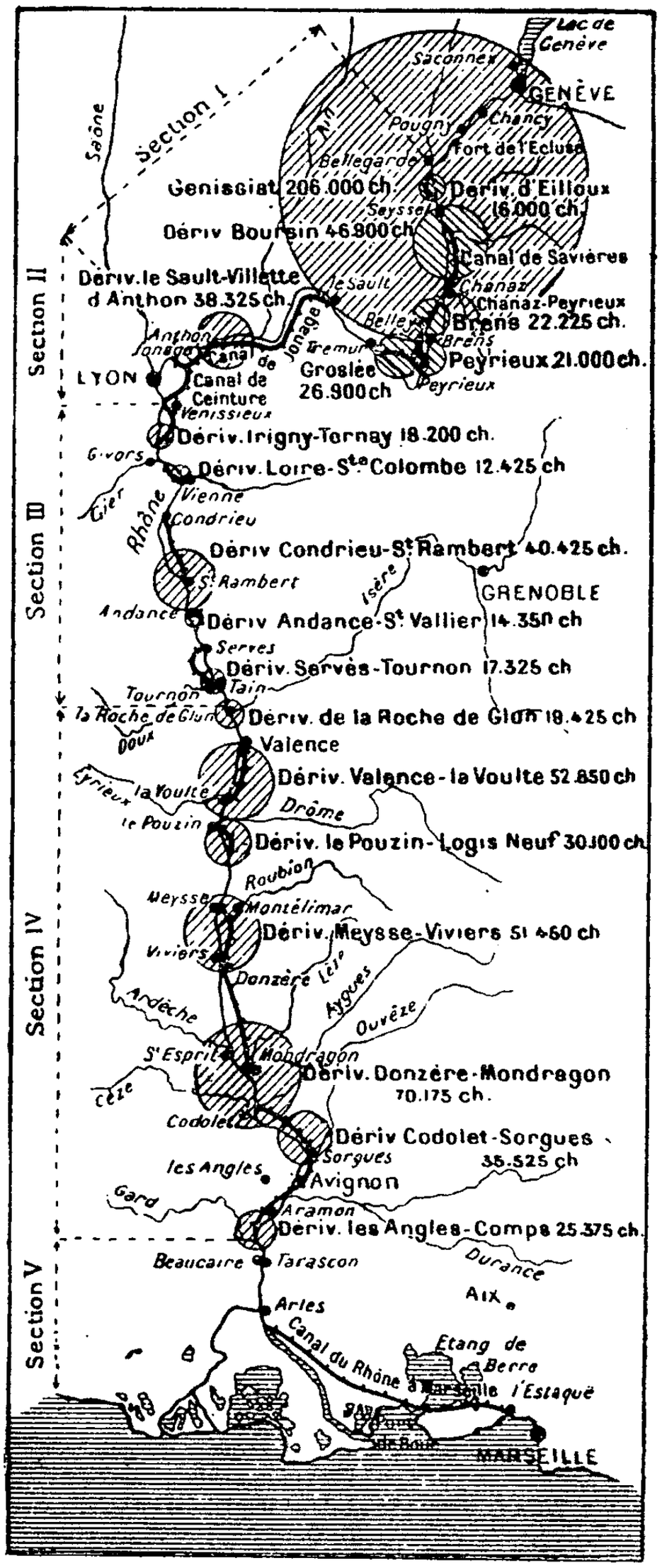


Fig. 2. — Le projet d'aménagement du Rhône de 1919.

	Hectowatts heures
Etats-Unis (Chicago)	1.100
Suisse	680
France	250

Nous ne pouvons nous empêcher de souligner en passant que si, depuis qu'il en est question, c'est-à-dire *depuis plus de* 30 *ans* (première étude de MM. Blondel, Harlé et Mähl pour le barrage de Génissiat, en 1898), on s'était décidé à passer à l'action, certaines chutes du Rhône auraient pu être aménagées probablement à de moindres frais que telle ou telle chute de montagne, placée très loin des centres de consommation.

En tous cas, il y a un emploi de l'énergie hydro-électrique du Rhône qui paraît tout indiqué, c'est celui de l'électrification des lignes du P.-L.-M. qui courent tout le long du fleuve, et qui auront le courant, pour ainsi dire, à pied d'œuvre, sans qu'il soit grevé des frais de transport à longue distance. C'est sans doute ce qui a décidé la Compagnie P.-L.-M. à prendre un quart du capital-actions de la Compagnie Nationale du Rhône. On sait qu'il paraît admis, au moins *grosso modo*, qu'un kwh. = 2,2 kilogrammes de charbon, se traduisant, d'après les rapports officiels récents, par une économie de 2 fr. 50 par train-kilomètre, à condition de disposer du courant au prix de 0 fr. 20 ; et sans compter une économie de 50 0/0 (1 fr. 70 au lieu de 3 fr. 40 par train-kilomètre) dans la conduite et l'entretien des trains.

Quoi qu'il en soit, M. le sénateur Perrier, président de la Compagnie Nationale du Rhône a annoncé (on l'a vu plus haut), à l'Assemblée générale constitutive du 27 mai, qu'une première tranche de travaux comporterait l'aménagement de 250.000 kilowatts environ, devant fournir 1 milliard de kilowatts-heures. Les chutes que l'on a en vue seraient celles situées entre le Château du Parc Seyssel et Lyon, qui ont été étudiées à diverses reprises, et qui coûteraient, paraît-il (si on les aménage toutes), environ 1 milliard de francs. Nous nous bornons à signaler le fait sans le commenter.

La question des irrigations.

Sur leur utilité, tout le monde est d'accord. Mais elles semblent liées à l'aménagement des chutes puisque le *pompage sur place* (qui a pour précieuse conséquence la suppression des têtes-mortes des canaux, dépense inutile), doit se faire par l'électricité et qu'il y aurait d'ailleurs, soit dit en passant, le plus grand avantage à ce que l'énergie électrique nécessaire soit fournie *le plus près possible des stations de pompage*, pour éviter l'installation coûteuse de lignes de transport de force. L'observation vaut pour les pompages d'assèchement de la Camargue comme pour les irrigations proprement dites.

Il a été calculé que la puissance nécessaire pour l'irrigation (ou l'assèchement) des 300.000 hectares intéressés ne dépasserait pas 50.000 kilowatts. Or, la puissance disponible, en *aval de*

Lyon (c'est-à-dire dans la région des irrigations), serait, d'après la Commission du Sénat, qui s'est occupée de la loi de 1921, de plus d'un million de C.V.; soit, théoriquement, 736.000 *kilowatts*, et même beaucoup plus importante d'après d'autres études, notamment celles de M. l'ingénieur Rateau. D'autre part, le prélèvement d'eau dans le Rhône, depuis les environs de Valence jusqu'au Sud d'Avignon, ne dépassera pas 70 mètres cubes par seconde. Or, le débit semi-permanent du Rhône, dans cette section (c'est-à-dire celui au-dessous duquel le fleuve descend moins de 180 jours par an) varie entre 1.000 et 1.100 mètres-cubes-seconde.

Quant à l'intérêt économique de ces irrigations, il suffit de se rappeler la richesse que représente les seuls 18.000 hectares consacrés aux primeurs (légumes et fruits) dans le Vaucluse et les Bouches-du-Rhône pour se douter de ce que pourrait donner même une partie seulement des 300.000 hectares envisagés, étant admis naturellement la fin de la crise mondiale et un retour au moins à l' « échangisme » — que ne cesse de prôner la Chambre de Commerce de Marseille. Le Cahier Général des Charges de la Concession prévoit (art. 19), un tarif excessivement bas pour les fournitures d'énergie « réquisitionnée » par le ministre de l'Agriculture pour les besoins de l'irrigation et de l'assainissement : 0 fr. 02 par kwh pour les fournitures effectuées pendant une fraction de l'année représentant au plus 4.000 heures consécutives, ou 0 fr. 01 par kwh pour les fournitures effectuées en dehors de 4 heures par jour fixées par le concessionnaire. Ces tarifs s'appliquent à l'énergie prise à la sortie des usines ou de l'un quelconque des postes établis sur le collecteur latéral au Rhône. Ils sont révisables tous les vingt ans.

Si nécessaire qu'il soit de mettre l'agriculture méridionale française dans les meilleures conditions possibles pour lutter sur le marché international des primeurs, notamment contre la concurrence italienne, il est permis de se demander si de pareils tarifs ne sont pas déraisonnablement faibles, vu le service qui sera rendu ; — et comment la Compagnie Nationale, qui doit tout de même rémunérer ses capitaux, pourra y trouver son compte. La question se posera certainement, comme nous n'avons cessé de le répéter depuis cinq ans, le moment venu ; et il sera peut-être admissible de se rappeler, à ce moment, que, comme je l'ai constaté pour les Annamites (1) pendant mes seize ans de séjour en Indochine, en qualité de Sous-Directeur de l'Agriculture, des Forêts et du Commerce, l'on peut assurer le profit substantiel du cultivateur, tout en lui demandant de tenir un compte raisonnable de la dépense faite pour les canaux d'irrigation.

(*A suivre*).

(1) Le paysan hindou dans l'Inde et le paysan javanais à Java paient l'eau qui leur est fournie pour leurs cultures par les magnifiques travaux hydrauliques des Anglais et des Hollandais.

LA TRISTESSE (1)

par Georges DUMAS
Professeur à la Sorbonne, Membre de l'Académie de Médecine

1. L'HYPOTONUS MUSCULAIRE DANS LA TRISTESSE PASSIVE. — L'expression de la tristesse passive est très exactement l'opposée de l'expression de la joie active, et le terme d'abattement convient particulièrement bien à cette expression, puisque tous les muscles qui sont en état de tonus ou de contraction pendant la joie se trouvent ici en état d'hypotonus ou de résolution. C'est en effet une caractéristique de la tristesse passive signalée partout et, d'ailleurs, facile à vérifier, que l'innervation est diminuée dans tous les muscles du corps.

Voyez circuler, dans la cour de l'asile, la mélancolique Eva, photographiée par Vaschide : elle laisse pendre ses mains devant elle, en soutenant dans sa main droite trois doigts de la main gauche et, le corps penché en avant, la tête sur la poitrine, elle va d'un pas très lent, quand elle ne garde pas l'immobilité. C'est l'image même de la dépression simple. Résignée dans sa tristesse, Eva évoque à peine quelques

(1) Extrait du livre de M. Georges Dumas : « *L'Expression des Emotions* » qui va paraître prochainement à la Librairie Félix Alcan, Paris.

vagues souvenirs pénibles devant son imagination ralentie (Fig. 1 et 2).

Examinez en détail les muscles des sujets de ce genre, aux bras, aux jambes, aux cuisses ; vous serez frapés de leur flaccidité et de leur relâchement ; vous les trouverez amollis et allongés, sans résistance contre les mouvements passifs que vous imprimez aux membres.

Fig. 1.

Les causes qui produisent cet hypotonus et qui l'entretiennent ne sont pas connues avec plus de précision que les causes qui, dans la joie, produisent et entretiennent l'état opposé.

Doit-on penser que les centres anémiés, dénourris, répondent par des impulsions motrices plus faibles à toutes les excitations. C'est extrêmement vraisemblable.

Ce que nous savons avec certitude, c'est que, dans la dépression, le tonus musculaire est très diminué, et cette diminution va entraîner, sur le visage, une expression non seulement différente de celle du sourire mais exactement inverse, celle de la tristesse abattue. Le trait le plus saillant est la chute des joues qui s'aplatissent et s'effacent. En même temps disparaissent les sillons naso-génal et orbitaire qui sont toujours un peu marqués à l'état normal, par suite du tonus. Le visage perd, en s'allongeant, ses reliefs caractéristiques.

Cette expression toute négative dont le mélancolique Albert nous offre un exemple net (fig. 3), provient de l'hypotonus d'un très grand nombre de muscles que nous connaissons bien : l'élévateur propre de la lèvre supérieure, le petit zygomatique, le grand zygomatique, etc. Lorsqu'ils se contractaient, ils provoquaient le sourire dans la partie inférieure du visage ; en se relâchant ils donnent l'expression opposée de la tristesse.

Quelquefois, lorsque les masticateurs sont relâchés, la mâchoire inférieure pend en vertu de son poids et la bouche s'entr'ouvre plus ou moins ; mais ce dernier trait est assez rare, même chez les aliénés déprimés : plus souvent la bouche reste fermée et la masse charnue des joues qui retombe, entraîne légèrement vers le bas la commissure des lèvres. Le nez s'amincit par suite du relâchement du muscle dilatateur

Fig. 2.

et semble s'allonger à cause de l'effacement des joues.

Les yeux sont quelquefois mi-clos à cause de l'hypotonus du releveur des paupières ; d'autres fois ils sont grands ouverts parce que l'orbiculaire est relâché. Les sourcils, arqués, à l'état normal, par une contraction légère du frontal, se déten-

dent et s'allongent, tandis que leur queue se rapproche du rebord orbitaire (1).

L'expression du corps et du visage, dans la tristesse, nous a paru bien illustrée par la représentation de la Vierge, dans la fresque de Buffalmaco (Campo-Santo de Pise), que nous repro-

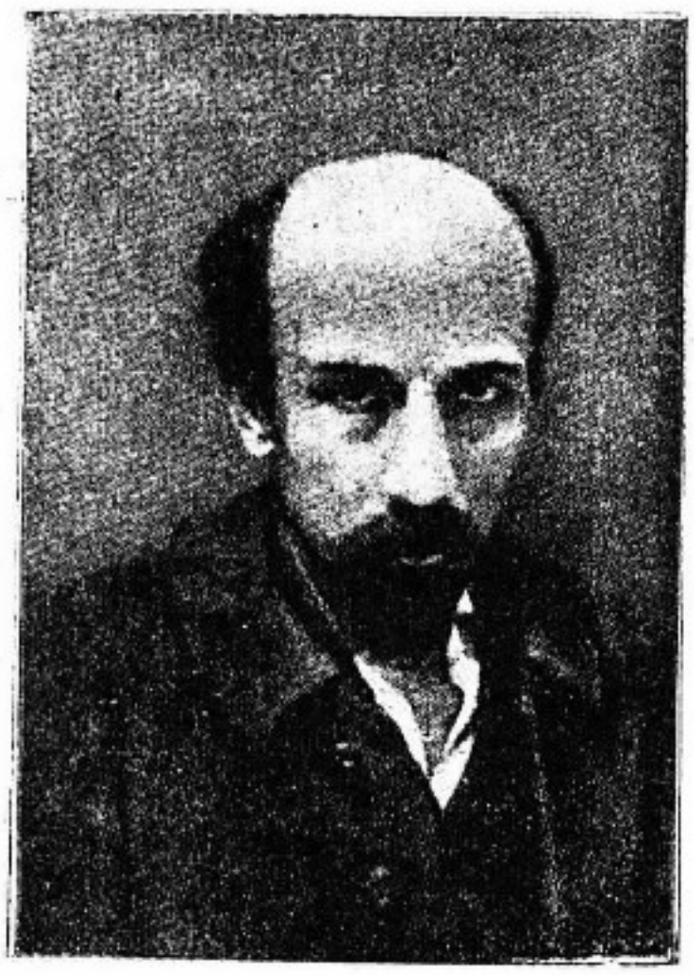


Fig. 3.

duisons d'après l'album de Mantegazza (fig. 4).

Il y aurait quelque difficulté à suivre avec plus de détails la comparaison du sourire et de l'expression mélancolique, pour la simple raison que cette dernière, étant passive, ne peut se manifester avec la même précision et se résume en définitive dans un hypotonus général ; mais on m'accordera bien que dans les grandes lignes, l'opposition est assez marquée. Le visage tout entier s'allonge dans la mélancolie, tandis qu'il s'arrondissait dans le sourire et bien des métaphores populaires traduisent, sous une forme triviale, ces deux traits essentiels (1) et contraires. Il est donc manifeste que l'hypotonus des muscles du visage produit, dans le cas de dépression mélancolique, une expression qui s'oppose, dans son ensemble, à l'expression du sourire, et c'est une première confirmation indirecte apportée à la loi que nous avons formulée.

Mais il ne s'agit encore là que d'hypotonus musculaire, puisque les muscles du visage sont toujours en relation avec les rameaux nerveux qui les innervent et qui leur apportent encore des excitations. On pourrait concevoir une expérience décisive où toute excitation nerveuse serait complètement annihilée, et c'est justement cette expérience qui se réalise d'elle-même dans la paralysie faciale.

2. L'EXPRESSION DANS LA PARALYSIE FACIALE. — Dans cette affection bien connue et dont la psychologie de l'expression n'a pas tiré tout le parti possible, on peut distinguer plusieurs for-

Fig. 4.

mes suivant que la lésion siège : 1° dans le cerveau, sur le centre cortical ou sur le trajet des fibres qui l'unissent au noyau bulbaire ; 2° dans le bulbe, sur le noyau ou sur le trajet intrabulbaire du nerf et enfin 3° sur le nerf lui-même ; mais la paralysie bulbaire pouvant être considérée comme une simple variété de la paralysie du nerf, on ne décrit en général que deux espèces de paralysies faciales, la paralysie périphérique et la paralysie cérébrale ou centrale.

Dans la paralysie périphérique, tous les muscles du côté lésé ont perdu non seulement leur tonus normal mais leur motilité volontaire ; ils sont dans un état de relâchement continu. La moitié paralysée du visage est comme étalée et portée en avant par rapport à la moitié saine ; celle-ci rabougrie, ridée par la contraction de

(1) Notons en passant qu'il n'y a aucun rapport entre la chute des joues sur la commissure labiale ou l'abaissement de la queue des sourcils vers le rebord orbitaire avec l'abaissement de la commissure labiale ou l'obliquité des sourcils que l'on rencontre dans le chagrin et dans les pleurs. Les premières expressions sont passives, les autres actives. DARWIN a très bien décrit ces dernières, encore qu'il n'ait pas assez distingué entre l'abattement et le chagrin.

(1) Cf. l'expression : *rigoler comme une tourte*, *faire une mine d'un pan de long*, et bien d'autres expressions analogues de la langue populaire.

ses muscles qui ne sont plus contrebalancés, est comme cachée derrière l'autre et paraît avoir moins d'étendue verticale.

Les fonctions des muscles faciaux ne s'exerçant plus, on peut relever, sur la partie paralysée, un certain nombre de troubles fonctionnels qui, dans la mesure où ils sont apparents, concourent à modifier l'expression du sujet. La bouche, attirée du côté sain par le tonus des muscles non paralysés, est déviée vers le haut et sa partie moyenne ne correspond plus à l'axe du corps.

Les lèvres étant paralysées d'un côté, l'air soulève passivement la partie devenue inerte lorsque l'expiration se fait par la bouche ; le malade a, comme on dit, l'air de fumer la pipe.

Les joues qui tombent, par suite de la paralysie des zygomatiques, forment autour de la commissure abaissée une sorte de bourrelet.

L'aile du nez, au lieu de s'écarter activement, comme dans l'inspiration normale, est aplatie et inerte par suite de la paralysie du dilatateur et, sous la pression de l'air extérieur, se rapproche de la cloison à chaque inspiration.

L'œil, largement ouvert, ne peut plus se fermer ; l'orbiculaire paralysé laisse prédominer l'action du releveur de la paupière et le clignement est impossible. La sclérotique découverte est exposée au contact de l'air et peut être le siège d'inflammations diverses.

Les larmes, quand la sécrétion se produit encore, ne sont plus attirées vers les points lacrymaux et le canal nasal par la contraction tonique du muscle de Horner et elles s'écoulent continuellement sur la joue. Sur le front, les rides s'effacent complètement du côté malade, par suite de la paralysie du frontal ; la peau se lisse et s'étale, et ce symptôme faisait dire très justement à Romberg que la paralysie faciale est le meilleur des cosmétiques pour faire disparaître les signes de la vieillesse.

Cette description qu'on trouve partout, peut s'illustrer ici par le cas particulier de Justine, une infirmière atteinte, depuis l'âge de quatre ans, d'une paralysie faciale gauche périphérique à la suite d'une lésion traumatique du rocher qui a déterminé la section complète du facial.

Dans la photographie que j'en présente (fig. 5 et 6), on peut distinguer la plupart des caractères signalés ci-dessus, le relâchement des muscles, l'affaissement de la partie charnue du visage, l'allongement de la moitié paralysée, l'abaissement de la commissure labiale, la diminution du calibre nasal, l'agrandissement apparent du globe oculaire, etc.

Le bourrelet formé par l'affaissement de la joue droite est tellement volumineux qu'il fausse l'expression de tristesse.

Fig. 5.

Fig. 6.

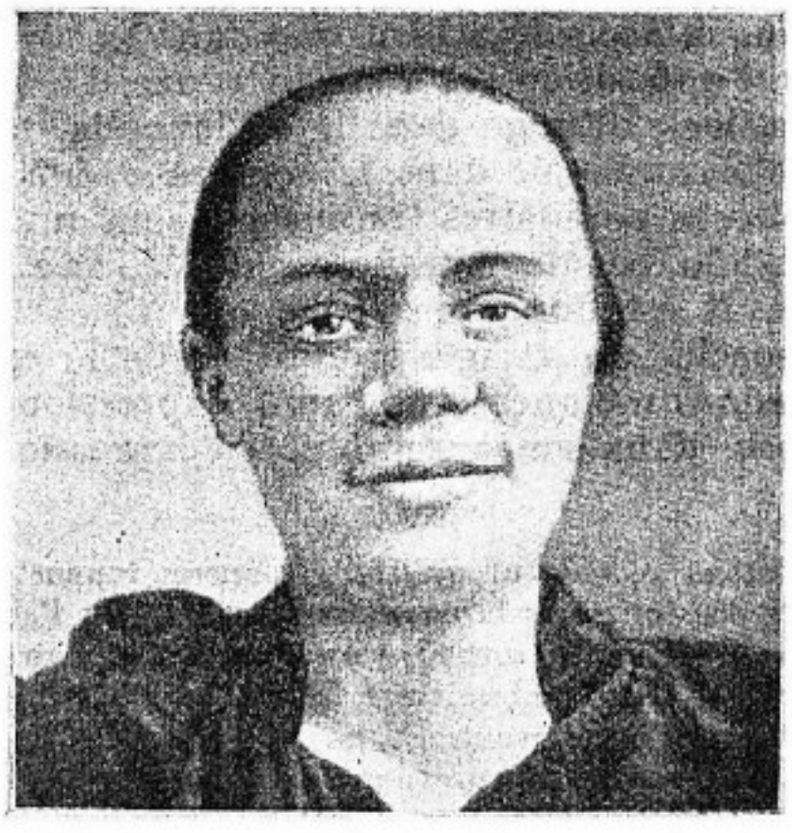


Fig. 7.

L'expression est plus nette chez Amélie (fig. 7), atteinte d'une paralysie faciale droite par lé-

sion du rocher. Au moment où la malade fut examinée à la Salpétrière en 1898, la paralysie datait de 11 ans.

Les mêmes remarques sont à faire sur la paralysie faciale gauche d'Elise que j'emprunte, ainsi que la photographie précédente à la Sé-

Fig. 8.

méiologie du système nerveux de Déjérine (fig. 8).

Or, les différents traits de la paralysie faciale en général, et de la paralysie de Justine, d'Amélie et d'Elise en particulier, sont justement ceux que nous énumérons plus haut comme caractéristiques de la tristesse profonde et résignée. Si vous en doutez, considérez la figure 6 où la partie saine du visage est cachée par du noir, ou masquez, avec un papier, la partie saine du visage dans les autres photographies, et vous n'aurez plus devant vous, surtout dans les figures 7 et 8, que l'expression d'une grande tristesse, ou l'exagération de l'expression triste.

Que conclure, sinon que la paralysie faciale, équivalent dans l'espèce à la section du nerf et à l'interruption artificielle du courant sensitivo-moteur, réalise, par l'atonie complète des muscles, l'expression la plus opposée au sourire qu'il soit possible de concevoir. Les muscles du visage, lorsqu'ils sont paralysés, s'éloignent du sourire pour prendre, en vertu d'une simple loi de mécanique, l'expression de la tristesse et de l'abattement.

La paralysie faciale d'origine cérébrale est une des manifestations les plus fréquentes de l'hémiplégie. La lésion qui la provoque peut siéger, soit sur le centre cortical des mouvements volontaires de la face, dans la zone de Rolando, soit sur le trajet des fibres qui unissent ce centre au noyau bulbaire ; ces fibres, qui constituent une voie motrice descendante forment, avec les fibres homologues de l'hypoglosse et du masticateur, le faisceau géniculé, et, comme elles franchissent la ligne médiane à l'étage ventral de la protubérance, c'est toujours sur le côté opposé de la face qu'une lésion provoque la paralysie. Quelquefois la face est seule frappée ; plus souvent, à cause des connexions anatomiques des fibres faciales, une même lésion donne lieu à une paralysie de la face et à une paralysie de la langue ou des membres.

Pendant longtemps on a cru que le principal caractère des paralysies faciales d'origine cérébrale était de respecter l'orbiculaire des paupières dans la majorité des cas, et c'est même sur cette constatation d'ordre clinique qu'on fondait la prétendue distinction des deux centres corticaux du facial ; mais un examen plus attentif a montré que le facial est frappé dans sa

Fig. 9.

totalité par les hémiplégies ordinaires et fait justice de cette distinction. « En réalité, dit Déjerine (473 sq.), le facial supérieur est toujours atteint... Cette paralysie du facial supérieur est toujours beaucoup moins accentuée que celle du facial inférieur et beaucoup moins prononcée que dans la paralysie faciale périphérique ; elle est surtout nette les jours qui suivent immédiatement l'attaque d'hémiplégie. » Puis il donne de la paralysie faciale d'origine cérébrale, une description qui rappelle, dans ses grands traits, la description de la paralysie périphérique et qu'il illustre par la photographie (fig. 9).

Cette photographie a été prise, le cinquième jour, sur une malade de vingt-sept ans, atteinte

d'hémiplégie gauche, totale et absolue, à la suite d'une embolie.

Le front n'étant pas ridé, on ne peut constater sur le côté paralysé l'effacement des rides dont Déjerine fait un symptôme constant, mais on peut remarquer que l'œil gauche est plus ouvert que le droit, par suite de la paralysie de l'orbiculaire ; la courbe du sourcil est atténuée par la paralysie du frontal et la queue se rapproche du rebord orbitaire. Il ne saurait donc y avoir de doute sur la paralysie du facial supérieur. Dans la région innervée par le facial inférieur, les signes sont les mêmes que dans la paralysie périphérique et c'est, en définitive, une expression générale d'abattement et de tristesse que nous pouvons constater sur la partie du visage paralysée.

Le résultat expressif de la paralysie est donc le même, quel que soit le siège de la lésion et nous pouvons poser en principe que toute lé-

Fig. 10.

sion du facial, de son noyau, de son centre ou des fibres cortico-nucléaires, dans la mesure où elle interrompt le courant tonique, provoque nécessairement l'expression de la tristesse.

Il convient toutefois d'ajouter que, dans le cas de paralysie centrale, les mouvements réflexes, le tonus musculaire et les mouvements volontaires associés sont moins atteints que dans la paralysie périphérique et cette conservation relative tient manifestement à l'action du centre cortical opposé qui peut encore exercer son action par les fibres d'association, tandis qu'une lésion terminale du facial ferme la voie à toute action de ce genre.

Je joins aux photographies qui précèdent la photographie d'une paralysie faciale gauche que je trouve dans les cartons de François-Franck. La malade étant désignée comme démente, il y a des chances pour que sa paralysie soit d'origine centrale, et, si l'on veut bien cacher le côté droit du visage, on verra combien la tristesse du côté gauche est marquée (fig. 10).

Les explications mécanistes de l'expression triste et de l'expression joyeuse sont encore confirmées par ce fait que, dans la paralysie faciale, les muscles du côté sain, dont le tonus n'est plus contrebalancé par le tonus des muscles du côté malade, accusent leur contraction et donnent l'expression du sourire. Par contre, dans les cas de contracture faciale, c'est le phénomène inverse qui se produit ; le côté sain a l'air triste. Nous sommes, dans toutes ces expressions élémentaires, dominés par une mécanique très simple (5, 7, 8).

3. L'expression de la tristesse passive. — Nous jugeons inutile, après l'exposé des faits qui précèdent et les conclusions que ces faits nous imposent en ce qui concerne l'expression faciale de la tristesse, de faire valoir, en nous bornant à les retourner, toutes les considérations mécanistes que nous avons fait valoir à propos de l'expression de la joie.

Disons seulement que la tristesse passive, qui se marque particulièrement sur le visage où la dépression est surtout manifeste dans les muscles mobiles qui réagissent le mieux aux excitations passagères ou permanentes parce qu'ils n'ont à soulever que des poids légers, se marque également dans tous les muscles du corps. Signalons aussi que la dépression de la tristesse se réalise consécutivement à des représentations, comme l'excitation de la joie, par le mécanisme que nous avons essayé d'indiquer dans notre chapitre de psycho-physiologie émotionnelle auquel nous renvoyons le lecteur (t. II, p. 419).

Nous pouvons maintenant, d'après les notions que nous avons acquises au cours des chapitres précédents et de celui-ci, expliquer non seulement l'expression musculaire mais l'ensemble des expressions faciales dans la tristesse passive.

Pendant les tristesses passives, qu'elles soient pathologiques ou normales, on constate non seulement l'hypotonus des muscles du visage et du corps mais des modifications dans la couleur de la peau, dans la couleur des cheveux et dans l'éclat des yeux.

Quelquefois, la peau est simplement pâle, plus souvent elle est violacée, surtout vers les extrémités, aux mains, aux pieds, aux joues ; plus rarement elle est blanchâtre. Souvent, ces différentes teintes se produisent en même temps chez un même sujet, la peau pâlissant sur le visage et bleuissant dans les extrémités brachiales et crurales.

Ces différences de couleur se rattachent évidemment à l'alanguissement de la circulation périphérique que nous avons déjà constaté. La pâleur est la conséquence de l'hypotension et de la diminution passive du calibre des artérioles ; elle est due à la diminution de l'afflux

sanguin ; les teintes violettes et bleues sont dues aux modifications chimiques du sang qui, par suite de l'alanguissement circulatoire, stagne particulièrement dans les tissus. Il y prend une coloration bleuâtre par suite de la diminution de l'oxyhémoglobine et de l'augmentation de l'hémoglobine réduite.

La couleur des cheveux change beaucoup aussi ; ils deviennent ternes pendant la dépression, sans doute à cause de la diminution de leur nutrition propre et de la diminution des sécrétions sébacées qui les graissent à l'état normal.

Je n'ai jamais vu les cheveux blanchir dans la tristesse mais je ne veux pas contester un fait si souvent rapporté par les historiens et même par les physiologistes.

En général, ce changement se produirait avec une certaine lenteur. Les cellules de la substance corticale ne produisant plus les granulations pigmentaires, la moelle se laisse distendre par des lacunes remplies d'air et le blanc d'argent apparaît. Plus difficile à expliquer me paraissent les cas, pourtant avérés, de cheveux devenus blancs en l'espace de quelques heures, à la suite d'une grande douleur. L'hypothèse d'une dénutrition subite n'est pas acceptable. Landois a constaté une décoloration de ce genre chez un homme blond qui, à la suite d'une attaque de délirium tremens, pendant laquelle il était tourmenté d'hallucinations terrifiantes, devint complètement blanc dans l'espace d'une nuit. Le pigment n'avait pas disparu, mais il s'était formé de nombreuses lacunes pleines d'air.

Pour ce qui est de l'éclat et de la couleur des yeux, je n'ai rien à dire que je n'aie dit à propos de la joie ; il suffit, les faits étant inverses, de renverser les explications.

Mais, le trait capital qui domine, sur le visage, toutes les expressions précédentes et en détermine quelques-unes, c'est la diminution de l'excitation apportée par le facial, avec tous les hypotonus musculaires qui en sont la conséquence.

Il y faut joindre l'hypotonus de tous les muscles du tronc et des membres, qui se produit pour des raisons analogues et qui se traduit souvent par la tête penchée, l'attitude courbée, la démarche lente et difficile, la tendance des sujets à rester assis avec les mains sur les genoux, les yeux vagues ou même à rester couchés.

4. L'EXPRESSION DE LA TRISTESSE ACTIVE. — La tristesse active s'oppose beaucoup plus nettement à la tristesse passive que la joie passive à la joie active.

La description de l'expression faciale de la tristesse active a été souvent faite, mais nous ne pouvons nous dispenser de la refaire une fois de plus, au moins dans ses traits essentiels, si nous voulons la comprendre.

On doit d'abord signaler, comme formes de transition entre l'expression faciale de la tristesse passive et l'expression faciale de la tristesse active avec réactions énergiques, les expressions tristes qui témoignent seulement d'une attention interne attachée à des représentations pénibles.

Dans ce cas, le tableau précédent se modifie suivant l'intensité de l'attention, qu'elle soit ouverte ou fermée,et cette attention associe son expression active, sourcilière ou frontale, à l'expression de dépression qui continue à se marquer dans l'attitude et le bas visage.

Voici une mélancolique déprimée, Charlotte, chez laquelle l'expression d'une pensée concentrée, absorbée, s'associe à l'hypotonus des joues et de la musculature de la nuque (fig. 11).

Il en est de même d'Emilienne, une mélan-

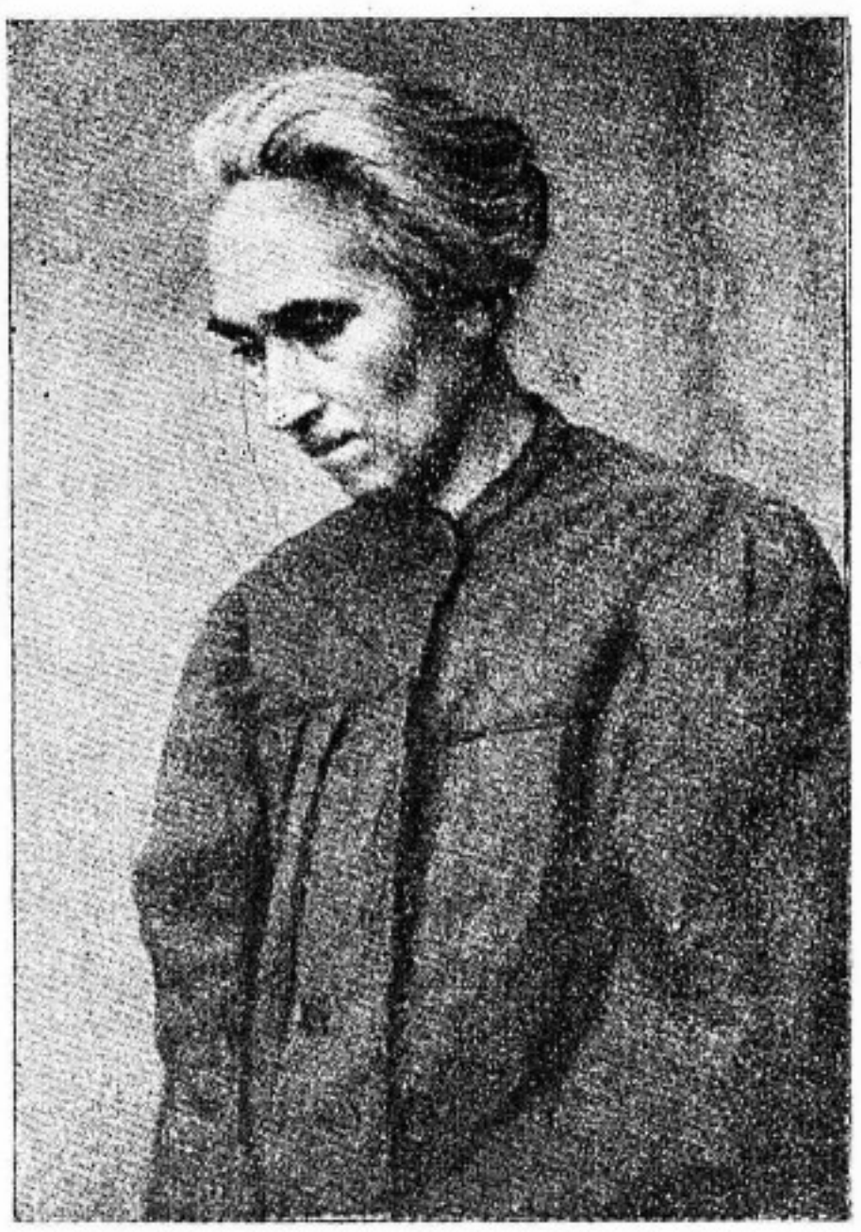


Fig. 11.

colique déprimée, chez qui l'on peut voir les signes d'une attention ouverte et intense, où le sourcilier et le frontal luttent comme dans la douleur, associés à une expression de dépression qui se marque dans tout le bas du visage par l'hypotonus des joues et le bourrelet caractéristique des commissures labiales (fig. 12).

Une autre expression remarquable, comme type de dépression inquiète et préoccupée, est celle d'Alice, où se retrouvent les traits signalés chez les deux autres malades et notamment la forme d'attention d'Emilienne (fig. 13).

Ce qui caractérise ces formes de transition,

c'est que la réaction positive, qui se surajoute à la dépression pour en modifier l'expression, est d'origine représentative et intellectuelle ; c'est une attention obsédée, une rumination pénible, une question sans cesse posée et retournée.

Dans la souffrance active qui ne se résigne pas

Fig. 12.

et qui proteste et qui se débat, la réaction est plus nettement affective.

Ici, l'expression du visage est tout à fait caractéristique et bien différente de l'expression aisée et libre de la joie. Ce n'est pas non plus une dépression avec recherche, attention, obsession ; c'est, dans les trois ou quatre traits où on peut la saisir, une expression d'effort.

L'effort s'opère dans la figure 14 à la partie inférieure du front où le sourcilier et le pyramidal entrent en lutte avec le frontal pour déterminer des rides déjà décrites, avec une ébauche du fameux ( ) et l'élévation de la tête des sourcils ; dans le bas du visage, à la commissure labiale, où le triangulaire entre en conflit avec les zygomatiques, dans la main où les fléchisseurs se contractent à vide ou serrent le vêtement. Dans d'autres cas, l'effort se fait dans les masséters comme dans la douleur physique, d'autres fois encore, il se fait dans les peauciers du cou qui tirent en bas la commissure labiale et, d'autres fois enfin, dans les sterno-cleido-mastoïdiens, toujours comme dans la douleur physique. Chacun peut d'ailleurs avoir, comme dans la douleur physique, sa réaction musculaire familière.

Cuyer écrit très justement à ce sujet (322) : « Que la douleur physique soit déterminée par une cause morale, la mimique qui la caractérise est semblable ».

S'il fallait chercher une différence, on la trouverait dans l'expression toujours un peu artificielle et stylisée de la douleur morale, plus apte, par suite de la faible intensité de l'élément douloureux proprement dit, à se laisser capter et canaliser suivant des rites sociaux et des formules convenues.

A noter également que toute l'agitation corporelle n'aboutit jamais, comme dans les gran-

Fig. 13.

des douleurs physiques, à des contractures ni à des paralysies musculaires, et qu'il y a encore ici, toujours pour les mêmes raisons, une socialisation du geste, qui échappe à l'expression propre des émotions pour tomber dans les mimiques apprises.

Comment s'explique, dans la douleur morale, cette expression d'effort qui a les mêmes points d'élection que l'expression de la douleur physique ? Nous avons vu et démontré, avec précision, que, dans la douleur physique, les contractions d'effort, qui, avec la civilisation, se concentrent dans les muscles du visage, mais qui, pour des douleurs intenses, tendent vite à se généraliser, ont un résultat utile. Elles élè-

vent le seuil de la douleur physique et jouent le rôle d'analgésiants (Cf. t. II, p. 277).

Il ne saurait être question d'attribuer ce rôle aux contractions de la tristesse active ; vis-à-vis

Fig. 14.

de la douleur morale, nous n'avons pas l'attitude de défense que nous prenons contre les formes aiguës ou paroxystiques de la douleur physique ; nous ne cherchons pas à l'écarter par des analgésiants ; nous nous complaisons même souvent dans les représentations qui les soutiennent et si pour les autres et pour nous-mêmes nous l'exprimons par les contractions habituelles de la douleur physique que nous stylisons quelque peu, c'est en vertu de l'analogie sentie entre les deux espèces de douleur.

Les contractions d'effort peuvent donc s'expliquer ici par l'analogie et par le transfert. Nous faisons dans la souffrance morale, en vertu d'une analogie affective et bien qu'elles ne nous servent à rien, les mêmes contractions du visage que dans la douleur physique.

Souvent, ces contractions précèdent les réactions d'hypotonus et la dépression ; d'autres fois, elles s'y superposent et laissent apparaître, quand elles ne sont pas très marquées, les signes de la dépression sous-jacente. On voit ces signes dans les photographies des expressions de transition ; on les voit nettement ici dans les figures 15 et 16. Le masque japonais, dont nous donnons la photographie de face et la photographie de profil, rend très bien, en les schématisant, les expressions mêlées de l'hypotonus dans le bas du visage et de la contraction d'effort dans la région frontale médiane, où la tête des sourcils tirés vers le haut par les fibres du frontal qui luttent contre le sourcilier, rend les sourcils obliques.

Les paupières tombant sur les yeux par fatigue des releveurs et la bouche entr'ouverte exprimeraient également la dépression, sans la légère contraction du releveur de la lèvre supérieure gauche qui apporte sa note d'excitation et de douleur active.

Tous les faits de décoloration signalés plus haut dans la tristesse passive se reproduisent dans la tristesse active avec quelques variantes qui tiennent à l'excitation.

Dans les moments de calme, c'est, chez le mélancolique actif, la même pâleur du visage et la même teinte bleuâtre des extrémités. Si l'excitation est moyenne, on voit apparaître, sur les joues, des plaques rougeâtres mal délimitées. Si l'excitation croît, les mains, les pieds, le visage, le corps entier, perdent les couleurs pâles de la dépression. Plusieurs fois cependant j'ai vu la pâleur et la cyanose des extrémités se maintenir en dépit de l'excitation.

Je n'ai rien à dire sur la couleur des cheveux que je n'aie dit à propos de la tristesse passive.

Dans les moments de calme, les yeux sont ternes ; dans les moments d'excitation, ils peuvent

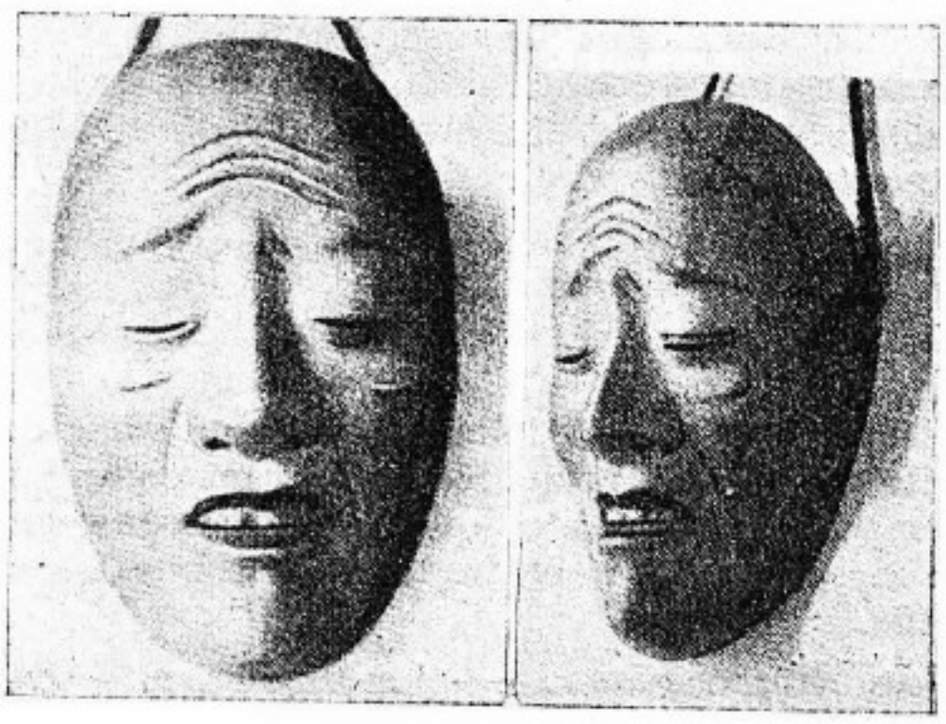


Fig. 15. Fig. 16.

être humides ou même noyés de larmes. Quant à la pupille, je l'ai observée depuis deux ans chez plusieurs mélancoliques angoissés et je pense qu'elle se dilate toujours pendant les accès.

Le trait caractéristique, et à certains égards dominateur, c'est toujours, comme dans la forme passive, l'expression musculaire, expression double comme le sentiment qui lui correspond, active par les réactions de transfert, passive par l'hypotonus.

LES ANOMALIES PSYCHIQUES ET NERVEUSES DE L'ADOLESCENCE

par R. BENON

Médecin du Quartier des Maladies mentales de l'Hospice général de Nantes

Cet essai de classement des anomalies nerveuses et psychiques chez l'adolescent a pour but d'éclairer dans une certaine mesure ceux qui travaillent ou ceux qui s'intéressent à l'éducation et à l'orientation professionnelle de la jeunesse. Nous croyons qu'il y a une grande variété de sujets adolescents anormaux : les distinctions ou précisions que nous apportons ici, ne peuvent servir que de directives très générales. Dans cet article, ça et là, on trouvera peut-être quelques affirmations qui paraîtront exagérées ; mais c'est que dans le monde scientifique actuel, désordonné, tyrannique, particulariste, il faut être catégorique pour retenir l'attention ; le défaut de culture, l'absence de liberté et de critique expliquent cette situation. Au sujet de la question qui nous préoccupe, nous distinguerons trois sortes d'états : ceux dans lesquels semblent prédominer les troubles intellectuels, ceux dans lesquels les troubles émotionnels sont prépondérants, enfin ceux qui relèvent d'une perturbation de la fonction sthénique (force nerveuse).

*
* *

Du point de vue intellectuel, et bien sûr d'un point de vue intellectuel plus souvent complexe que simple, nous étudions les dysphréniques, les dysprosexiques et les imaginatifs extravagants.

Les dysphréniques. — Les adolescents dysphréniques constitutionnels sont représentés par le groupe de sujets affectés de débilité mentale, laquelle est congénitale ou native (dysphrénie = dus, phrenos, troubles de l'intelligence, ici constitutionnels). C'est la faiblesse d'esprit ou faiblesse de l'intelligence ; elle existe dès l'enfance et elle persiste pendant toute la vie du patient. Chez de tels individus, la mémoire est pauvre, courte, fugitive ; l'attention est très médiocre, les jugements et raisonnements puérils. Cependant le sujet peut savoir lire, écrire et compter. Avec la débilité mentale peuvent coexister des troubles de l'émotivité, des troubles du caractère : ce sont surtout des manifestations à base d'énervement ou de colère.

Les dysprosexiques. — Les dysprosexiques constitutionnels ou distraits sont les adolescents chez lesquels l'attention est vive, mais très mobile (dysprosexie, aprosexie, hypoprosexie, paraprosexie = dus, a, hypo, para, et prosékein, être attentif à ; troubles de l'attention). Leur attention spontanée est remarquable ; elle s'applique successivement à toutes choses ; mais elle se fixe difficilement ou à côté du sujet : il en résulte que l'attention réfléchie ne peut s'arrêter longuement sur une même question. Pratiquement ces adolescents ne souffrent nullement de débilité mentale ; leur mémoire pratique est très suffisante ; leur jugement est bien développé. De tels individus en général sont gais, jouissent d'une bonne santé, sont bien constitués physiquement. Leur impressionnabilité ne traduit pas une hyperémotivité très fâcheuse ; ils acceptent facilement toutes disciplines.

Les imaginatifs extravagants. — Les anomalies de l'imagination créatrice, chez les adolescents, sont du plus haut intérêt. Elles indiquent en général une intelligence supérieure, non pas toujours ; elles peuvent en effet coexister avec une certaine débilité mentale ; dans ce dernier cas, on note la faiblesse de la médiocrité des choses imaginées. Les imaginatifs extravagants que nous considérons ici, sont des sujets dont la sincérité est constante, qui ne sont ni menteurs ni vicieux. Mais chez de tels individus, en général, le jugement est faible et entraîne une grande difficulté d'adaptation au milieu social et même familial. Au point de vue affectif, ils présentent très souvent des alternatives d'excitation joyeuse et d'asthénie ou dépression.

* *

Les anomalies de l'émotivité chez l'adolescent sont autrement compliquées, variées, mobiles que les anomalies purement intellectuelles. Parmi les sujets observés, nous voyons les dysthymiques instables, énervés, timides, les dysthymiques à caractère renfermé, les dysthymiques à caractère ouvert, les dysthymiques pervers.

Les dysthymiques instables. — Assez nombreux sont les adolescents qui, en cours d'étude

ou d'apprentissage, éprouvent le besoin d'un changement, ressentent une inclination pour des occupations nouvelles. Rapidement, au bout de quelques mois, ils n'ont plus de goût pour le travail choisi ou vaguement imposé. Leur curiosité s'applique à toutes sortes d'objets ; ils sont attentifs dans le moment à ce qu'ils font, mais ils désirent ou envient bientôt autre chose. Certains lieux, certaines villes, certaines personnes même, dont ils ont entendu parler, les attirent singulièrement, et ils partent sans donner de motifs précis à leur famille ou à leurs camarades. De tels sujets commettent souvent des fugues : l'état d'absence peut durer plusieurs semaines, plusieurs mois. En général, chez eux, l'intelligence est normale, le sentiment de la liberté très vif.

Les dysthymiques énervés. — Les dysthymiques énervés sont de deux sortes, suivant qu'ils font de l'énervement contenu ou de l'énervement exprimé. Ceux qui font de l'énervement exprimé sont ceux que dans le langage public on appelle plutôt les coléreux. Il importe de bien connaître les adolescents qui sont portés à faire de l'énervement contenu ou refoulé sous l'influence des contrariétés, des vexations ou mortifications de la vie quotidienne. Ce sont des sujets qui, lorsqu'ils ont reçu une blessure d'amour-propre, lorsqu'ils éprouvent un ennui quelconque, tendent au mutisme, parlent peu, boudent, méditent sur les faits subis, et ne retrouvent leur activité habituelle qu'après avoir obtenu satisfaction ou même réparation, sous forme de petite vengeance ou de succès remporté. De tels individus sont toujours extrêmement sensibles, quoique calmes en apparence. — Les dysthymiques coléreux qui font de l'énervement exprimé (excitation coléreuse, agitation des membres, menaces, injures, violences, etc.). sont aisés à reconnaître. Ce ne sont pas forcément de mauvais sujets, car ils regrettent maintes fois ce qu'ils ont pu dire ou faire au cours de leurs colères. — L'énervement, chez ces divers dysthymiques, détermine assez fréquemment des crises d'hystérie.

Les dysthymiques timides. — La timidité, chez l'adolescent, est commune. Elle doit être examinée avec soin, car de tels sujets, toujours inquiets, plus ou moins craintifs, méfiants, scrupuleux, ont besoin constamment d'être bien entourés et rassurés. Quelquefois même, dès cet âge, chez ces petits anxieux, on voit se développer des obsessions-phobies touchant les lieux, les personnes, les objets, les occupations, etc. A noter que ces anormaux, lorsqu'ils se trouvent libérés de l'angoisse, montrent maintes fois une gaieté exagérée et sont parmi leurs camarades de vrais boute-en-train. Il arrive que la timidité voile un certain orgueil qu'entretiennent les dispositions heureuses du sujet à l'étude et au travail, ou une exaltation de l'appétit sexuel que certains individus contiennent ou refoulent difficilement.

Les dysthymiques renfermés. — Les dysthymiques à caractère renfermé ne sont pas les dysthymiques qui font de l'énervement contenu, du mutisme par contrariété dominée ; ce ne sont pas davantage des timides. Ce sont sujets hyperémotifs, songeurs, qui se complaisent dans leurs pensées et méditations. Ils répondent aux schizoïdes des auteurs suisses. Rêveurs, calmes, orgueilleux rarement, ils parlent peu, sont vertueux, travailleurs, volontaires, disciplinés, souvent brillants. On a dit que ces adolescents étaient, du fait de leur caractère à tendances ésotériques, prédisposés à la démence précoce ou hébéphrénie ; ainsi la schizoïdie conduirait à la schizophrénie (autre nom de la démence précoce). Cela ne nous paraît point certain. — La schizoïdie est encore appelée autisme (?) ; on l'a définie la tendance à la solitude, la perte du contact vital avec la réalité (?).

Les dysthymiques expansifs. — Les dysthymiques à caractère ouvert, ou dysthymiques expansifs, sont souvent des adolescents d'une gaieté exagérée. Ils parlent volontiers, recherchent la compagnie, ne savent rien dissimuler. Ils sont parfois vaniteux, mais à cet âge vanité n'est guère défaut. Toute jeunesse veut s'élever. Les dysthymiques expansifs, les dysthymiques de tendances exotériques, répondent, semble-t-il, aux cycloïdes des auteurs allemands, et on les oppose aux schizoïdes : ils ont, ceux-là, la notion précise du contact vital avec la réalité (?). On les dit prédisposés aux psychoses périodiques, ce qui n'est point démontré. — Ce sont souvent des adolescents travailleurs, actifs, généreux, sinon brillants, quelquefois indisciplinés.

Les dysthymiques pervers. — Les adolescents dysthymiques pervers constituent une catégorie bien spéciale, d'autant qu'ils troublent gravement la vie familiale et sociale. Ils attirent de bonne heure l'attention de ceux qui les entourent, car ils sont très menteurs, paresseux, mais doués souvent de qualités intellectuelles brillantes, précocement débauchés, vaniteux, envieux et aussi coléreux. Maintes fois, ils se livrent au vagabondage, commettent des fugues, des vols. En général sensibles, pitoyables, ils sont d'une amabilité excessive et hypocrite avec les personnes faibles ou étrangères. Ils n'acceptent aucune discipline ; ils deviennent violents, dangereux même, lorsqu'on leur impose une attitude, une situation contraires à leurs tendances. Des anomalies sexuelles coexistent quelquefois avec la perversité, mais non pas constamment.

***

L'étude des anomalies d'ordre dysthénique chez les adolescents est spécialement importante parce que diverses données thérapeutiques précises peuvent en résulter. De ce point de vue propre, nous distinguerons les asthéniques, les apathiques et les dysthéno-hyperthymiques.

Les asthéniques. — Les adolescents qui sont des asthéniques constitutionnels, sont d'observation assez commune. L'asthénie musculaire et psychique, chez eux, est de forme atténuée, mais nette quand même à l'analyse et surtout après observation prolongée. Ces adolescents n'aiment pas les jeux violents, les exercices physiques pénibles ; ils travaillent bien intellectuellement, mais lentement ; leurs acquisitions scolaires sont maintes fois suffisantes ; ce sont parfois de bons élèves parce qu'ils sont calmes, studieux, même subtils. De caractère doux, résigné, ils savent se ménager. Lorsqu'on leur impose un travail excessif, ils ressentent des maux de tête, éprouvent un besoin impérieux de repos, surtout le matin. La constipation est presque la règle chez eux. Souvent méconnus par leur entourage, incompris dans la famille, à l'école, à l'atelier, ils commencent dès leur jeunesse de mener une existence douloureuse, presque misérable, même au milieu du bien-être matériel.

Les apathiques. — Les apathiques diffèrent des asthéniques. L'adolescent apathique a une activité générale, musculaire et psychique, qui est réduite : il travaille, il pense, il parle, lentement ; lorsqu'il subit une émotion, ses réactions motrices sont nulles ou de faible amplitude. Toutefois l'apathique ne connaît pas l'épuisement ; il peut accomplir des travaux pénibles comme un homme ordinaire. — L'apathie met en évidence ce fait que, chez les sujets qui en sont affectés, la capacité productive de l'encéphale en influx nerveux est sensiblement normale, mais que l'activité de la dépense de cet influx est modérée, alors que chez les asthéniques le phénomène serait inverse (production de l'influx faible et dépense rapide). Des recherches d'ordre physiopathologique seraient à entreprendre sur cette question.

Les dysthéno-hyperthymiques. — Les adolescents dysthéno-hyperthymiques sont ceux qui sont sujets à des alternatives très marquées d'excitation et de dépression ou asthénie. Tous ces sujets sont d'une sensibilité très grande et présentent sous l'influence des émotions de fortes réactions L'agitation ou l'excitation chez eux est due tantôt à la joie (hyperthymie joyeuse), tantôt à l'énervement (hyperthymie coléreuse), tantôt à l'anxiété (hyperthymie anxieuse). La dépression ou asthénie suit les émotions douloureuses et alterne souvent très clairement avec la joie. Toutes les manifestations névropsychopathiques observées dans ces cas sont motivées, c'est-à-dire qu'il ne s'agit pas chez le patient de phénomènes dits périodiques (asthénie-manie sans cause connue). De tels sujets sont des cyclothymiques (cyclothymie), mais non pas des cyclosthéniques (cyclosthénie) ; ces derniers seuls sont des intermittents dans le sens exact du mot.

***

Telles sont les considérations générales que nous voulions présenter sur les anomalies nerveuses et psychiques de l'adolescence. On en saisit la complexité, mais on voit aussi des types bien définis. Les écoles, les lycées, les services d'orientation professionnelle, à qui incombe la charge de l'adolescence, doivent, avec les familles et les médecins de la famille, chercher à classer aussi exactement que possible et à traiter rationnellement les porteurs de ces états constitutionnels fâcheux (1).

(1) Voir du même auteur : 1. — Les fugues chez les enfants. Influence du milieu familial. *Bull. de la Soc. de méd. lég.*, 1908, p. 192. Séance du 8 nov. En collab. avec Froissart. — 2 : Les fugues de l'enfance. Influence des milieux scolaires et familiaux, *Ann. d'hyg. pub. et de méd. lég.*, 1910, mars. En collab. avec Froissart. — 3 : Du délire chez les enfants. *Nouv. Iconog. de la Salpêtrière*, 1912, n° 47, juillet-août. En collab. avec Froger. — 4 : Epilepsie infantile et asthéno-manie. *Gaz des hôp.*, 1914, p. 183, n° 12, 29 janv. En collab. avec Denès. — 5 : La manie chronique infantile post-encéphalopathique, *Archives de méd. des enfants*, 1923, p. 585, octobre. — 6 : Les émotions chez les enfants. *Arch. de méd. des enfants*, 1925, nov. n° 11, p. 686. — 7 : L'asthénie chez les enfants. *Arch. de méd. des enfants*, 1926, sept., n° 9, p. 525, T. XXIX. — 8 : La fugue chez les enfants. *Journ. des Prat.*, 1929, 17 avril, n° 33, p. 532. — 9 : Hygiène pédagogique. Surmenage scolaire. *Journ. des Prat.*, 1931, 10 oct., n° 41, p. 661.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Mars 1933).

Théorie des groupes. 1. *M. Henri Cartan* montre que si, pour un groupe de transformations pseudo-conformes $z'_j=\varphi_j(z_1,\ldots,z_p;t_1,\ldots,t_r)$, le groupe des paramètres t est un groupe de Lie (c'est-à-dire si les paramètres peuvent être choisis de manière que leur loi de composition soit analytique), les φ_j sont des fonctions analytiques de toutes les variables; ainsi, le groupe est lui-même un groupe de Lie. La démonstration suppose que les φ_j sont uniformément bornées autour d'un point.

2. Pour les groupes continus ∞^1 d'opérateurs unitaires d'un espace de Hilbert, la transformation infinitésimale génératrice est le produit par i d'un opérateur hermitien hypermaximal, et réciproquement. Appelons alors transformation infinitésimale le produit par i d'un tel opérateur; M. *Claude Chevalley* montre que si l'on a des transformations infinitésimales R_1, ..., R_l, telles que les $R_iR_j-R_jR_i$ soient des combinaisons linéaires des R_k, elles engendrent un morceau d'un groupe de Lie. Ce théorème permet ainsi d'étudier les groupes topologiques séparables et localement compacts : un tel groupe, en effet, peut se représenter comme groupe d'opérateurs unitaires d'un espace de Hilbert.

Théorie des fonctions. Précédemment, M. *N. Aronszajn* a donné un théorème général A sur les décompositions d'une fonction uniforme et holomorphe en somme et produit. L'Auteur indique des applications de ce théorème : par exemple, si deux fonctions analytiques uniformes n'ont qu'un seul point singulier commun, ce point sera singulier aussi pour leur somme. Le théorème A s'étend d'ailleurs aux fonctions harmoniques de n variables et d'ordre p, ainsi qu'à des catégories encore plus générales.

2. Récemment, M. Montel a étudié les fonctions rationnelles, à termes entrelacés sur l'axe réel, et les fonctions méromorphes limites de telles fractions. M. *Nikola Obrechkoff* donne des théorèmes nouveaux pour des fonctions plus générales.

3. En partant de la formule de Jensen, et en faisant une représentation conforme du cercle sur un demi-cercle, ainsi qu'un passage à la limite, M. *G. Valiron* obtient une formule qui lui permet de généraliser des théorèmes de MM. Lindelüf, Phragmén et Pólya.

4. Soit $w=w(t)=u(t)+iv(t)$ une courbe fermée de Jordan, C, tangente en O à $u=0$; supposons qu'il y ait deux constantes m et M telles que $0<m<\left|\frac{w(t)}{t}\right|<M<\infty$; supposons encore que $\mu(t)$ étant le maximum de $|u|$ sur $(0, t)$, $\int_C \frac{\mu(t)}{t^2}\,dt$ soit borné. Représentons alors le domaine G intérieur à C sur le cercle $|z+1|<1$ à l'aide de $z(w)$ telle que $z(w_0)=-1$ et $z(0)=0$ (w_0, intérieur à C); généralisant un théorème de M. Warschawski, M. *Julius Wolff* montre que $z(w)$ possède pour $w=0$ une dérivée angulaire $z'(0)\neq 0$ et ∞.

Analyse. 1. Etant donnée l'équation de Mathieu $y''+(\lambda+2h^2\cos 2x)\,y=0$, on sait que le plan (λ, h^2) est partagé en deux types de régions : celles où il existe des solutions périodiques et celles où il n'en existe pas. Les courbes séparatrices de ces régions, et sur lesquelles il existe une solution périodique se rejoignent deux par deux aux points $\lambda=n^2$ (n entier) $h^2=0$ et y ont des contacts d'ordre $n-1$. M. *Jacques Winter* substitue à la démonstration antérieure, assez artificielle, de cette propriété, une explication apparentée à la théorie des perturbations des valeurs propres et des fonctions propres de Schrödinger. C'est un cas de dégénérescence persistante.

2. M. *Marcel Brelot* complète et généralise un théorème de M. Bouligand relatif aux points irréguliers de la frontière d'un problème de Dirichlet généralisé. Par exemple, pour toute distribution la solution admet au point irrégulier une quasi-limite, égale à la valeur moyenne en O.

3. Soient $p(x)$ une fonction telle que $\int_0^1 p(x)\,dx=1$, et $\omega_n(x)$ un polynome $x^n+a_nx^{n-1}+\ldots$ tel que

$$\int_0^1 p(x)\,\omega_n(x)\,x^k\,dx=0\ (k=0,\ldots,n-1):$$

M. *Krawtchouk* montre notamment que si (α, β) ne contient aucune racine de ω_n on a

$$\int_\alpha^\beta p(x)\,dx<\frac{p_{\alpha\beta}\ln n+R}{n}$$

où $p_{\alpha\beta}$ est la borne supérieure de $p(x)$ dans (α, β) et où Q et R sont des constantes absolues.

4. M. *Edm. Lahaye* résout l'équation $y^p+a_1y^{p-1}+\ldots+a_p=0$ en lui substituant l'équation

$$y^p+a_1\,t\,y^{p-1}+\ldots+a_p\,t^p+k\,t^p-k=0$$

où t est une variable réelle et k un paramètre convenablement choisi. Il développe les solutions suivant les puissances de t (qui varie de 0 à 1).

5. Envisageant un système de $q+1$ fonctions des $n+1$ variables indépendantes $x_0,\ldots x_n$, et deux paramètres α, β, M. *G. Pfeiffer* recherche, notamment, à quelles conditions ces fonctions peuvent s'exprimer au moyen de α et de $q+2$ fonctions ne contenant pas α; il utilise à cet effet un théorème qu'il avait donné antérieurement. Les résultats obtenus simplifient les recherches de Bianchi et reconstituent certains énoncés de S. Lie.

6. M. *V. Niemytzki* donne des théorèmes d'existence et d'unicité pour les solutions de l'équation intégrale non linéaire

$$\varphi(x)=\lambda\int_F K(x,y)\,f[y,\varphi(y)]\,dy$$

7. M. *Arnaud Denjoy* appelle longueur quadratique d'un arc de courbe C la plus grande limite de $\overline{AM_1}^2+\overline{M_1M_2}^2+\ldots+\overline{M_{n-1}B}^2$ relative aux lignes brisées inscrites $AM_1M_2\ldots M_{n-1}B$, de côtés infiniment petits. Cela étant, soient P, Q, R, trois fonctions satisfaisant à la condition de Lipschitz; l'Auteur montre que la condition nécessaire et suffisante pour que $P\,dx+Q\,dy+R\,dz$ soit intégrable sur C, est que C ait une longueur quadratique nulle.

8. (*Biologie mathématique*). M. *V.-A. Kostitzin* étudie des cas particuliers de l'équation différentielle de croissance des organismes, $p'=F(p, t)$. Des considérations empiriques donnent pour le poids une représentation asymptotique $p\sim\omega-ce^{-\alpha t}$; or, comme le montre l'Auteur, ce résultat est une conséquence d'hypothèses très simples vérifiées par la fonction $F(p, t)$.

9. M. *Georges Bourion* étudie les séries de Taylor qui peuvent être rendues lacunaires si on leur ajoute une série à rayon de convergence plus grand. Il montre, notamment, qu'il est impossible que les suites de polynomes-sections se répartissent en deux classes, les unes n'étant pas ultraconvergentes et les domaines d'ultraconvergence des autres ayant en commun un domaine qui ne se réduirait pas au cercle de convergence.

Géométrie. 1. Comme le montre M. *René Lagrange*, si une ligne polygonale se meut en restant tracée sur une quadrique Q et inscrite dans une biquadratique Λ, l'intersection de deux côtés séparés par $2k$ côtés consécutifs décrit une biquadratique inscrite dans l'octogone tracé sur Q et circonscrit à Λ. Si cette ligne polygonale se ferme pour une position particulière, elle est constamment fermée.

2. M. *Glagoleff* envisage des faisceaux (A) et (B) de courbes algébriques situées dans un plan et des faisceaux analogues (A'), (B') appartenant à un second plan. On peut supposer que les courbes (A) et (B) n'aient qu'une intersection mobile, et de même pour (A') et (B'). Il suffit alors d'établir entre les faisceaux (A) et (A'), (B) et (B') des correspondances projectives pour réaliser ainsi une transformation de Cremona entre les plans. On peut montrer que réciproquement, toute transformation de Cremona peut être obtenue par cette voie.

Théorie des espaces de Riemann. M. *J. Delsarte* étudie les ds^2 à symétrie axiale non statique satisfaisant aux équations d'Einstein dans le vide. Il obtient pour ce problème des solutions particulières qui se rattachent à la construction des systèmes triples conjugués dans l'espace euclidien ordinaire. Supposant en outre que la quadrique de Riemann est partout de révolution, il forme des ds^2 dépendant de deux constantes arbitraires.

Balistique extérieure. M. *R. d'Adhémar* étudie le mouvement gyroscopique des projectiles stables. Il intègre par approximations successives les équations différentielles des rotations et obtient ainsi un critère qu'il compare à ceux de M. de Sparre et de M. Esclangon.

Mécanique céleste. M. *M. Mendes* étudie le problème des n corps dans l'hypothèse où les masses $= \mu_i \psi(t)$ dépendent du temps. En particulier, si $\psi . t$ est holomorphe pour $t = \infty$, les mouvements tendent à devenir rectilignes et uniformes. Il étudie les distances mutuelles dans le cas de trois corps : si le minimum des distances tend vers o, c'est toujours la même distance qui tend vers o.

Astronomie. M. *G. Lemaître* étend les équations de l'expansion de l'univers au cas d'un univers non homogène, mais présentant la symétrie sphérique. Les résultats sont applicables aux espaces elliptique, euclidien, hyperbolique; ils permettent l'étude des pressions radiales et transversales, de la densité de la matière, de la constante d'énergie,...

Mécanique des fluides. M. *Henri Poncin* se propose de déterminer, sans hypothèse sur le champ des vitesses, les mouvements irrotationnels d'un fluide incompressible où se déplace une cavitation de forme déterminée. Il résulte de ses recherches que l'aspect extérieur d'un tel mouvement le détermine entièrement. L'Auteur a pu, en outre, déterminer le mouvement initial dont il faut animer une masse fluide, et le mouvement d'entraînement ultérieur dont il faut animer les surfaces solides qui la limitent pour pouvoir y stabiliser une cavitation cylindrique.

Hydrodynamique. 1. Un cylindre tourne dans un liquide visqueux avec une vitesse angulaire constante; MM. *Michel Luntz* et *Paul Schwarz* étudient le mouvement du liquide en le supposant permanent et doué de la symétrie circulaire. Ils trouvent pour la vitesse radiale : $v_r = \frac{k}{r}$ et pour la composante perpendiculaire une expression où figure la fonction de Hankel-Bessel de première espèce. L'expérience vérifie ces résultats.

2. M. *Florin Vasilesco* aborde un problème à trois dimensions. Le corps solide est supposé de révolution autour d'un axe ayant la direction de la vitesse à l'infini; le fluide est parfait et incompressible; le mouvement est permanent et irrotationnel; il y a une surface de jet et le mouvement est le même dans chaque plan méridien. On trouve alors que le mouvement se ramène à un problème à deux dimensions.

Electronique. Un faisceau de rayons cathodiques traversant une région où règne un champ magnétique longitudinal présente des concentrations et des dilatations périodiques; il existe aussi des faisceaux filiformes découverts par M. J. Thibaud. M. *B. Kwal* étudie la concentration des électrons par le champ magnétique, sans supposer, comme M. H. Busch, que les trajectoires rencontrent l'axe de symétrie du champ : on retrouve alors naturellement les faisceaux filiformes comme cas particuliers des faisceaux à section périodiquement variable.

Mécanique quantique. Comme le montre M. *Jean Mariani*, le rôle de la théorie des groupes finis et continus de Lie en Mécanique quantique est plus important qu'on ne le croit d'habitude. Dans la mécanique quantique non relativiste et en l'absence de champ, la fonction ψ de M. Schrödinger peut être interprétée comme représentant symboliquement la transformation générale du groupe des translations quadridimensionnelles; le problème quantique revient à chercher les transformations infinitésimales qui se changent en elles-mêmes par une certaine opération, qu'introduit l'équation de M. Schrödinger.

Optique géométrique. Quand un faisceau dont le rayon moyen tombe sur un dioptre sous une incidence finie a une ouverture finie, les focales du faisceau réfracté présentent des aberrations de coma : M. *F. Croze*, se plaçant dans le cas important où le plan d'incidence du rayon moyen est un plan de symétrie pour le faisceau incident et pour le dioptre, donne une méthode qui permet de déterminer rapidement ces aberrations.

Calcul des probabilités. On considère un nombre de n chiffres écrit dans le système de numération de base β; quelle est la probabilité pour que dans la suite des n chiffres figure au moins une fois deux chiffres consécutifs dont le second soit égal au premier augmenté d'une unité? Après avoir donné des formules récurrentes pour résoudre ce problème, M. *Emile Borel* cherche une formule directe; celle-ci introduit un terme exponentiel et des termes quasi-périodiques. Il en serait de même, sans doute, pour beaucoup de problèmes de probabilités arithmétiques.

RENÉ GARNIER.

Geologie

L'énergie post-volcanique en France. — Les statistiques nous montrent que l'utilisation des gaz naturels prend, d'année en année, un développement plus considérable ; à peu près nulle il y a une vingtaine d'années, elle participe environ pour 5 % dans l'énergie consommée dans la totalité du monde ; les combustibles solides ont regressé à 76 % ; le pétrole et ses dérivés atteignent déjà 18 % et la houille blanche figure pour 6 %.

Cette utilisation est surtout en honneur, en Amérique : aux Etats-Unis et au Canada ; en Europe, dans la péninsule italienne ; ce qui n'exclut nullement d'autres possibilités pour l'avenir.

En France, de pareilles sources d'énergie n'ont retenu que fort peu l'attention, ce n'est qu'incidemment d'ailleurs que la plupart ont été rencontrées, et les quelques usages qu'on en a faits sont restés insignifiants.

Logiquement ces sortes de manifestations souterraines doivent être classées en deux catégories : celles que nous appellerons post-volcaniques proprement dites, qu'on rencontre autour des volcans éteints ou en activité, et qui ne donnent que des eaux chaudes ou des vapeurs, tels sont les fumerolles, les geysers, les soffioni, les sources chaudes ; puis, celles qui donnent des gaz inflammables ou combustibles. On voit de suite la différence essentielle entre ces deux catégories : les premières résultant de l'action des gaz volcaniques sur les eaux profondes ou bien sur celles de la nappe phréatique, tandis que dans les autres, il semble y avoir décomposition de matières organiques enfouies dans des sédiments anciens. Cette décomposition semble être favorisée par les phénomènes volcaniques et on voit de suite sa parenté indéniable avec les gisements pétrolifères.

Ainsi, nous rangerons dans la première catégorie les soffioni de Toscane (disons, en passant, que leur utilisation dépasse déjà 15.000 Kw.) et, dans la seconde, les gaz naturels de la vallée du Saint-Laurent, au Canada.

Les manifestations post-volcaniques en France sont excessivement nombreuses, puisqu'elles comprennent toutes les sources chaudes, depuis celles de Vichy jusqu'à toutes celles des Pyrénées et des Alpes. Mais, en dehors de leurs utilisations thérapeutiques, nous n'en connaissons guère d'autre. On a bien tenté, à Dax, où des sources chaudes sont d'une extrême abondance, de s'en servir industriellement pour le forçage de la culture des primeurs, mais nous ne croyons pas qu'il en soit résulté quelque chose de pratique.

Signalons spécialement la découverte inopinée, en recherchant le charbon, du fameux geyser de Montrond (Loire) qui, de 502 mètres de profondeur s'éleva à 35 mètres au-dessus du sol et qui aujourd'hui est capté sous 50 atmosphères de pression.

Quant aux gaz combustibles, c'est en plusieurs points qu'on a jadis tenté de s'en servir : à Nyons, dans la Drôme ; à Châtillon, en Haute-Savoie et, au sud de Grenoble, au lieu dit La Fontaine Ardente.

A Chatillon, village de la vallée de l'Arve, au nord de Cluses, des habitants s'étaient jadis éclairés, au moyen de tiges de sureau enfoncées dans le sol à faible profondeur et donnant à l'autre extrémité assez de gaz pour être enflammés. Un puits de recherches, dans un but de captage, fut creusé, en 1855, mais n'arriva à aucun résultat.

A la Fontaine Ardente, située dans la vallée de la Greysse, affluent du Drac, vers le hameau de Saint-Barthélemy, c'était un phénomène identique : des gaz sortaient du sol au milieu des calcaires marneux et servaient de *jeux aux enfants* qui les enflammaient. Quelques explosions eurent même lieu. Une analyse de ces gaz, faite à la Faculté de Grenoble, donna une proportion de 98 % de méthane ; c'est ce qui décida, vers 1855, l'ouverture d'une galerie de reconnaissance. Malgré une longueur de 110 mètres qu'elle atteignit, cette galerie n'apprit rien de nouveau.

Dans les nombreux sondages que l'on fit, il y a une dizaine d'années, un peu partout, pour la découverte des huiles pétrolifères, on rencontra fréquemment des gaz hydrocarburés et aussi des dégagements d'acide carbonique.

Le fait fut particulièrement saillant en différents points des contreforts pyrénéens : Salies-de-Béarn, Bastennes (Landes) où ces émanations semblaient liées aux dépôts triasiques ; et dans la Limagne, où les fouilles furent interrompues dans la crainte de modifier le régime des eaux minérales des bassins exploités.

Mention spéciale doit être faite des manifestations hydrocarburées du Bugey. Après plusieurs sondages exécutés dans les environs d'Ambérieu et dans les vallées du Buisin et de l'Albarine, l'un d'eux, celui de Vaux-en Bugey rencontra, en 1920, une venue importante de gaz à 217 mètres de profondeur. Les terrains de cette région comprennent de vastes charriages, recouvrant les marnes du Trias qui n'affleurent qu'exceptionnellement ; ce sont ces marnes qui semblent fournir les gaz s'échappant du sondage.

Leur débit, au début, était voisin de 100.000 mètres cubes par jour, mais il ne tarda pas à tomber à 60.000, puis à 50.000, pour s'y maintenir d'une façon qu'on crut être normale. Le 7 février 1924, on y créait la concession minière de Buisin, s'étendant sur 2.117 hectares et ayant pour objet les « hydrocarbures gazeux, liquides et solides, et substances connexes » ; c'est la seule concession de ce genre qui existe en France. Nous donnons ci-après la composition moyenne des gaz recueillis pour analyses aux laboratoires de Lyon :

Méthane : 79,27 % ; Hydrogène, 5,24 % ; Ethane : 4,91 % ; Propane : 3,17 % ; Isobutane : 0,14 % ; Acide carbonique : 2,36 % ; Azote : 4,91 %. Le pouvoir calorifique dépasse 9.500 calories.

On aménagea des canalisations afin de conduire ces gaz à Ambérieu pour l'éclairage, et à Lagnieu où une verrerie avait installé des fours spéciaux ; mais le débit baissa rapidement, au point de devenir à peu près inutilisable.

Nous n'avons pas la prétention d'avoir cité toutes les manifestations post-volcaniques de France, elles nous semblent cependant suffisantes pour montrer qu'il y aurait sans doute des possibilités pour y découvrir de nouvelles sources d'énergie, si on voulait s'en occuper sérieusement.

V. C.

Biologie

Le concept d'association en biologie. — L'association, telle que nous la concevons dans le domaine humain, est essentiellement l'union dans un but commun. Nous ne critiquerons pas le choix en biologie de ce terme d'*association*, qui suppose qu'un avantage quelconque intéresse les êtres associés, et implique que les êtres se prêtent une aide quelconque, tandis qu'ils sont le plus souvent concurrents ; la sociologie humaine, animale ou végétale, est d'une façon bien plus générale la science des sociétés, c'est-à-dire de l'ensemble des êtres vivants sous des lois communes sans préjuger de la prédominance des lois qui résultent du milieu social, aussi semble-t-on préférer aujourd'hui à celui d'association, le terme de *biocœnose* qui implique simplement l'idée d'une communauté de vie.

Quoi qu'il en soit, pour les biologistes, un groupement d'espèces, caractérisé par une composition systématique déterminée relativement constante dans les limites d'une aire donnée, est une association (P. Allorge, M. Prenant).

La notion d'association est intuitivement conçue là où le milieu est peu favorable à l'ensemble de la vie, par exemple, pour les végétaux, dans les pays dont la flore est pauvre et les aires floristiques sont vastes. Il n'en est plus de même dans les régions de végétation luxu-

riante; ainsi les récents efforts de M. Chipp pour dégager des associations de la forêt de la Gold Coast, ceux de M. Mildbrald, pour la forêt du Cameroun, n'ont pas été couronnés de succès.

En zoologie, comme le fait remarquer M. Prenant, ces études ont relativement donné peu de résultats jusqu'ici (études biocœnotiques sur les animaux marins fixés de Roscoff, sur la composition de certains planctons, etc.).

En phytosociologie, on a tenté de rendre objectif le concept d'association en étudiant celle-ci du double point de vue de la composition statistique des « individus » d'association ou « synœcias » qui la constituent (relevés floristiques), et de ses caractères biologiques. Si l'étude statistique caractérise plus particulièrement l'association, la notion de formation, plutôt biologique, se définit comme l'ensemble de biocœnoses diverses par leur formation floristique, mais que rapprochent l'habitat, et aussi les formes biologiques réalisées (d'après M. Prenant).

Il est assez curieux de voir que les tendances des phytosociologues ont participé des mêmes exagérations que celles des sociologues eux-mêmes, en étudiant les associations en soi, comme une réalité objective, sans tenir un compte suffisant des facteurs du milieu, sans faire intervenir des notions écologiques ou géographiques. Comme l'a montré M. H. Gaussen, tour à tour l'écologie, puis la sociologie végétale ont prédominé dans l'analyse et le classement des groupements végétaux.

Tout récemment, on a tenté de comparer la notion d'association à celle de l'espèce, qu'on obtient en comparant des individus présentant des différences peu importantes et certains auteurs sont tout disposés à classer les associations en genres, ordres, classes, etc., mais il semble bien que le parallèle entre l'espèce et l'association ne soit pas possible.

Sans doute, l'association, comme l'espèce, a une vie propre; des associations diverses peuvent se suivre et se remplacer en un même lieu, dans un ordre défini, suivant une véritable *génétique*, mais cette comparaison ne saurait être poussée très loin. Pour M. H. Gaussen, la notion moderne d'association a un certain intérêt pour les milieux à flore pauvre et à aires restreintes; mais si on envisage l'ensemble du monde c'est une notion de second ordre qui ne mérite pas d'être et ne saurait être le pivot de la géobotanique. Pourtant, tout récemment, les travaux mathématiques de Volterra qui ont tenté, grâce à quelques hypothèses simples préalables, d'établir les lois de l'interdépendance des espèces en milieu clos, semblent ouvrir une voie nouvelle pour résoudre les problèmes que soulèvent la réalité et les limites de la notion d'association.

L. Hédix.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

La protection contre l'incendie : la Signalisation. — La Convention internationale de Londres du 31 mai 1929, pour la sauvegarde de la vie humaine en mer, dispose, au § premier de son chapitre 43 : « Un service effectif de ronde doit être organisé de telle manière que tout commencement d'incendie soit promptement découvert. En outre, un système d'avertisseurs d'incendie ou de détecteurs d'incendie doit être installé, pour indiquer ou enregistrer automatiquement, dans un ou plusieurs points ou stations, où ces indications peuvent être rapidement observées par les officiers et l'équipage, l'existence ou l'indication d'un incendie dans toutes les parties du navire inaccessibles au service de ronde. »

Bien que la prescription qui précède n'ait pas encore acquis force de loi dans la plupart des Etats maritimes, on peut dire qu'elle est en fait entrée pleinement en application sur les grands navires récemment construits. Il serait inutile d'insister longuement sur le rôle d'un système de signalisation bien conçu dans la réalisation d'une protection efficace et rationnelle contre l'incendie : je me bornerai à souligner que la signalisation doit tendre à obvier à cette cause particulièrement grave de danger, propre à tout navire, qu'est l'instance d'un très grand nombre de subdivisions dans le sens vertical aussi bien qu'horizontal, qui rendent très malaisée toute organisation de surveillance.

Je donnera ici quelques indications très sommaires sur les appareils employés pour la signalisation d'incendie à bord : leur réalisation soulève une série de questions complexes, parfois ardues, qui ont fait l'objet d'études approfondies dans la période récente. On pourra consulter l'exposé fort intéressant dans sa concision qu'a donné, sur l'ensemble du sujet, M. Girtanner, dans le *Bulletin technique du Bureau Veritas* de juillet dernier.

Je ne ferai que mentionner, en premier lieu, les *avertisseurs à main*, dont le principe est bien connu de tous ; l'alerte se donne en brisant la glace et en appuyant sur le bouton d'appel. Chaque appareil envoie un premier signal à la passerelle pour alerter, aussitôt après, l'équipage des compartiments menacés ; il allume en même temps un signal spécial à numéro à la centrale réceptrice et actionne une sonnerie. Ces appareils à main doivent être disposés dans les locaux communs, salons, etc., le long des entreponts, dans les cuisines, locaux de l'équipage, dans les compartiments des machines, chaudières et auxiliaires.

Les *avertisseurs automatiques* sont placés dans les cabines, les magasins divers, les locaux où un commencement d'incendie risquerait de passer inaperçu ou d'être découvert tardivement. Leur fonction est de signaler immédiatement toute élévation de température anormale se produisant à leur voisinage : divers types d'appareils répondent à cet objet. Il existe des avertisseurs « à maximum », destinés à signaler une élévation de température se produisant lentement : l'appareil est constitué par une lame bi-métallique en forme d'U, dont l'une des extrémités établit un contact. A une certaine température, comprise ordinairement entre 40 et 90°, le contact s'ouvre et entraîne le déclanchement du signal.

Les avertisseurs « différentiels » décèlent, au contraire, une augmentation rapide de température et sont particulièrement nécessaires pour les navires qui naviguent dans des régions de températures très différentes. Ils se composent d'un tube à mercure en U, dont les deux branches sont d'épaisseur inégale ; elles contiennent, au-dessus de la surface du mercure, un liquide volatil. En cas d'élévation brusque de la température ambiante, les deux branches s'échauffent inégalement ; l'évaporation du liquide volatil se produisant plus vite dans la branche à paroi plus mince, le mercure se déplace vers l'autre branche et ouvre, de la sorte, le circuit d'alarme. Les deux systèmes, à maximum et différentiel, sont d'ailleurs com-

binés en un même appareil dans les installations récentes (fig. 1).

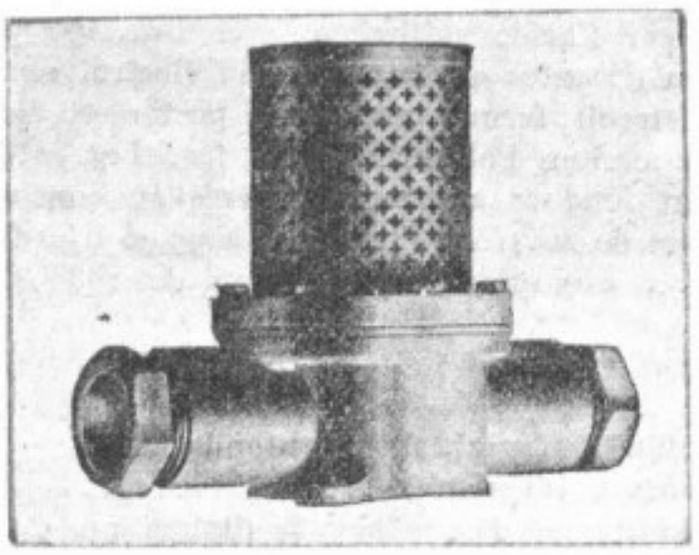


Fig. 1. — Avertisseur automatique d'incendie. Type étanche.

Un appareil basé sur un autre principe, dit « détecteur d'incendie Monito » (fig. 2), se compose de deux calottes

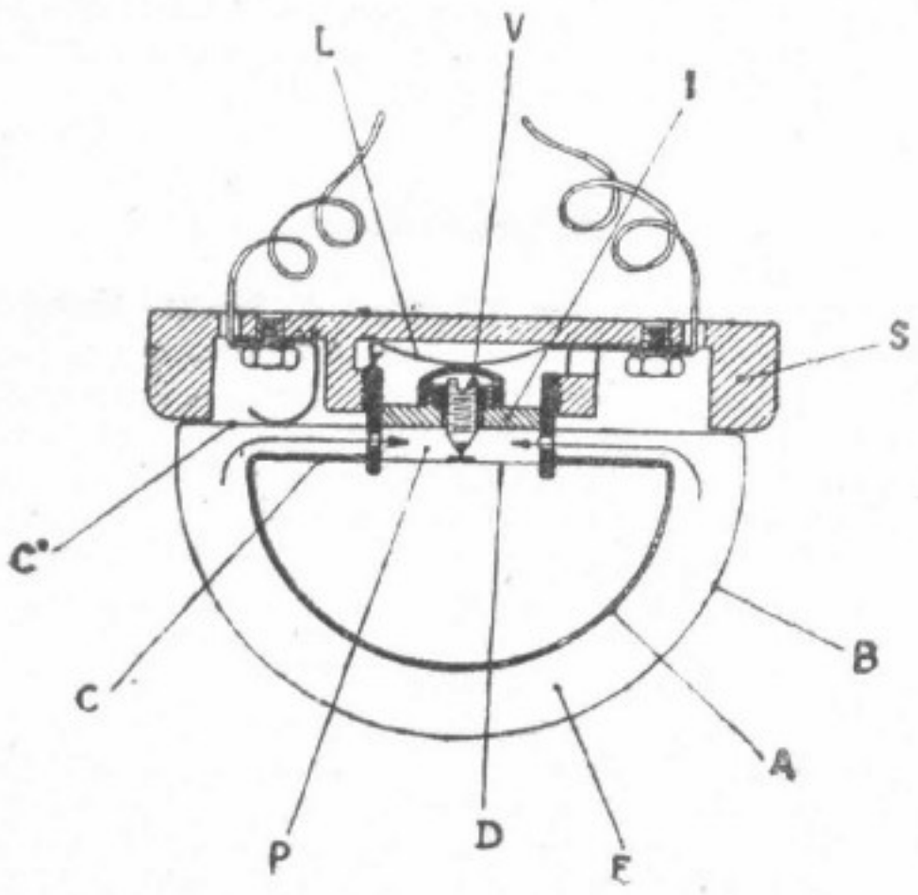


Fig. 2. — Avertisseur automatique sur le paquebot *Foucault* (*Chargeurs Réunis*).

hémisphériques A et B, soudées hermétiquement sur deux plateaux circulaires C et C', au centre desquels sont disposés les organes de fonctionnement. Les volumes d'air enfermés respectivement dans l'intérieur de A et dans l'espace E compris entre A et B sont sensiblement égaux. La calotte extérieure B est en cuivre très mince, tandis que la paroi de l'hémisphère intérieur A est plus épaisse, de manière à augmenter l'isolement de l'air contenu dans la capacité centrale. En cas d'élevation brusque de la température imbiante, l'air enfermé en E s'échauffe presque en même temps, d'où accroissement de pression qui se transmet dans la petite chambre P, qui est en communication libre avec l'espace E. L'air contenu dans l'espace intérieur A n'ayant pas encore ressenti l'échauffement, le diaphragme élastique D cède sous la pression en P et, s'écartant de la pointe de la vis V, qui sert de borne électrique, rompt un circuit établi, ce qui a pour conséquence de faire fonctionner un relai déclanchant les signaux d'alarme. Si l'élévation de température ne se produit que lentement, l'air intérieur A ayant eu le temps de s'échauffer à son tour, la différence de pression est insuffisante pour écarter le diaphragme; mais alors un fusible intercalé sur le circuit se liquéfie, pour une température de 65 à 70° par exemple, en provoquant pareillement le fonctionnement des dispositifs d'alarme.

Un genre particulier d'avertisseur automatique, variété du type à maximum à lames bi-métalliques, peut être placé, soit entre des boiseries, soit caché dans les parquets ou entre les cloisons, soit encore dans le gaines de câbles inaccessibles, de façon à déceler immédiatement tout échauffement anormal des canalisations électriques et de leur entourage immédiat. Ces derniers appareils, dits *détecteurs de câble*, imaginés récemment, présentent un intérêt dont on conçoit toute l'importance.

L'installation d'un grand navire doit comprendre encore des *détecteurs de fumée*. On désigne sous ce nom un système de tuyauteries reliant à la centrale réceptrice les divers locaux à surveiller, tels que cales, soutes à charbon, salles de bagages, garages, etc. Les tuyaux aboutissant à la centrale sont munis de soupapes, alternativement reliées à un aspirateur. L'air des locaux surveillés, à son échappement des têtes de tuyaux, est soumis à un contrôle périodique. On utilise parfois à cet effet un dispositif optique, mettant en évidence les moindres particules de fumée. Des systèmes à contrôle automatique sont également employés, qui sont basés, soit sur un principe thermique, soit sur un principe hélioactif. Les premiers utilisent la propriété que possède la fumée contenue dans un volume d'air de rendre plus difficile la pénétration à travers celui-ci d'un rayonnement calorifique. A cet effet, l'appareil comporte un pont de Wheatstone, dont les résistances comparatives, exposées au rayonnement d'une même source, se trouvent respectivement placées, l'une dans de l'air sans fumée, l'autre dans l'air aspiré des divers locaux en surveillance. Le déséquilibrage du pont entraîne le fonctionnement d'un relai et la fermeture du contact d'alarme. Le système hélioactif est fondé sur la propriété corrélative des fumées d'affaiblir le rayonnement lumineux : l'appareil est constitué par un diffuseur lumineux qui envoie ses rayons sur une cellule photo-électrique, laquelle agit sur la grille d'une lampe amplificatrice actionnant le relai de déclanchement d'alarme. Ce n'est qu'en cas d'affaiblissement du rayonnement, du fait de quelque trace de fumée que, par l'augmentation de résistance de la cellule, le passage du courant anodique est permis et que l'excitation du relai se produit. Le système hélioactif est entièrement indépendant de la température extérieure; toutefois, il exige l'emploi de cellules à vide, les caractéristiques de la cellule ne devant pas changer pendant son service.

Il est bien entendu que l'efficacité de la signalisation d'incendie ne dépend pas seulement de la qualité et de la sensibilité des appareils, mais de la conception d'ensemble qui a présidé à l'installation. L'équipement de la centrale réceptrice, en particulier, ordinairement située dans la timonerie ou le poste des pompiers, devra être scrupuleusement étudié, de façon à la soustraire aux influences extérieures, telles que l'humidité ,le tangage et le roulis, etc. Les alertes doivent atteindre à la fois la passerelle de commandement, le poste des pompiers et le compartiment des machines pour la mise en marche des pompes. L'alarme, même transmise simultanément de différents locaux, doit renseigner immédiatement sur le lieu exact du danger ; un plan pourvu de lampes de position est, à cet effet, installé à côté de la centrale. Un

système d'alerte acoustique doit d'ailleurs toujours être prévu, en dehors de la signalisation optique.

Il convient de plus que tous les organes importants soient constamment contrôlés par un courant de repos. Toute rupture de ligne, résultant d'une cause extérieure ou de la malveillance, doit être signalée immédiatement ; l'absence du courant d'alimentation sera de même révélée par une sonnerie d'alarme.

On conçoit que l'installation de pareils systèmes demande une étude très attentive et une exécution minutieusement ordonnée. Les dispositifs en usage, bien que réalisant un progrès remarquable, sont encore grandement perfectibles, à la faveur des plus récentes découvertes de la technique scientifique.

LOUIS BASSO.

Mines

Les mines de cuivre de l'Afrique Australe. — L'Afrique Australe, si favorisée au point de vue minier, possède les minerais de cuivre les plus riches du monde : en moyenne, 6,2 o/o pour le Congo; 4,3 o/o pour la Rhodésie contre 1,2 o/o pour l'U. S. A.; 3,3 o/o pour le Mexique et 2,5 o/o pour le Chili (*Génie Civil* du 21 janvier 1933). Dès 1929, l'Union Minière du Haut-Katanga avait conquis le premier rang, dépassant les grandes mines des Etats-Unis. Cet essor a été enrayé sérieusement par la crise actuelle tant au Congo qu'en Rhodésie.

Les réserves africaines, évaluées à 29 millions de tonnes, moins de la moitié des réserves des deux Amériques, sont d'un traitement difficile. Les minerais sont oxydés (a peu près un quart des réserves) ou sulfurés.

Au Congo Belge, après broyage et criblage, les minerais sont classés par densité et les « gros concentrés » expédiés à la fonderie. Les résidus sont introduits dans un four tournant porté à 650-700° avec 3 à 4 o/o de charbon et 0,5 à 1 o/o de sel marin (procédé dit de « ségrégation »). Vraisemblablement, sous l'action de la chaleur et du minerai le sel transforme le cuivre en chlorures volatils décomposés ultérieurement en cuivre par les gaz carbonés. Quoi qu'il en soit les grains de gangue sont entièrement décuivrés. La séparation par flottage est alors relativement aisée et donne des concentrés à plus de 65 o/o de cuivre et des stériles renfermant moins de 0,5 o/o de métal. A l'usine de Panda du Haut-Katanga, le réactif de flottage est un mélange d'huile de palme et d'acide oléique préparé sur place, avec addition de carbonate et de silicate de soude.

Suivons maintenant le traitement igné au Congo Belge. Pour les minerais en gros morceaux contenant plus de 20 o/o de cuivre et moins de 50 o/o de silice, on a recours aux water-jackets, véritables hauts-fourneaux. Malheureusement, le coke, dont on consomme 17 à 25 o/o du poids de la charge, provient de Wankie (Rhodésie du Sud). à 1.200 kms d'Elisabethville où son prix de revient est alors de 600 francs la tonne. Ce procédé donne de la matte à 75 o/o et du cuivre brut à 95 o/o. Les minerais fins et pauvres sont traités aux fours à réverbère. A Panda, ils peuvent fondre chacun 250 tonnes quotidiennement. Les minerais sont séchés et additionnés de 7 à 10 o/o de charbon fin pour permettre la réduction de la charge interne. Le métal obtenu renferme 85 à 86 o/o de cuivre. La dépense en combustible moins élevée, le rendement en métal supérieur, et la possibilité de récupérer les gaz chauds sont en faveur du four à réverbère. Le charbon provient des mines de Tanganyka ou de Luéna, moins riche mais plus proche.

Quant au traitement par électrolyse, qui doit donner 30.000 tonnes de cuivre électrolytique par an, il demande les opérations suivantes. Séchage et broyage au calibre de 1 mm., dissolution dans de grands bacs appelés « pachucas » par l'acide sulfurique avec brassage par l'air. La solution décantée est envoyée aux électrolyseurs et revient en circuit fermé, mais une partie est neutralisée afin de précipiter l'alumine et le fer. Les cathodes de cuivre sont fondues en lingots, livrés au consommateur sous le nom de cuivre « Elektro », à 99,95 o/o de cuivre.

Voici, par exemple, la production de 1930 du Haut-Katanga :

	Tonnes
Elisabethville (Lubumbashi) (water-jackets).	57.340
Panda (fours à réverbère)	57.702
Chituru (raffinage des usines de lixiviation et d'électrolyse)	21.362
Mattes et alliages obtenus au four électrique.	2.545
Total	138.949

En Rhodésie, après broyage et concentration, les minerais sont mis en contact avec du carbonate d'ammonium à 60°, la solution cuprifère obtenue, débarrassée par chauffage de son ammoniaque donne un résidu solide que l'on agglomère avec du goudron et réduit au four à réverbère. On obtient ainsi du cuivre « best selected ».

CH. F.

Alimentation

La conservation des aliments à basse température. — Les conditions de la vie moderne, qui ont imposé le transfert des aliments à grande distance, et d'une manière plus générale, leur conservation prolongée, ont amené à mettre au point des procédés de réfrigération. Les problèmes soulevés par cette technique ont fait l'objet de deux conférences de Sir William Hardy (1) devant la Society of Chemical Industry (Section de Liverpool).

Il n'y a guère plus d'un demi-siècle, fait observer Hardy, que le premier chargement de viande congelée a été expédié d'Australie. Aussitôt, on a mis à l'étude le perfectionnement des appareils, et en particulier on s'est préoccupé de l'isolement des chambres froides et de leur aménagement à bord des wagons et des paquebots. Beaucoup plus récemment seulement, on a mis en cause les propriétés spéciales des substances à emmagasiner, en sorte que les recherches techniques se sont doublées de recherches biologiques.

Les chambres froides sont des thermostats électriquement contrôlés où, pour la substance considérée, on règle la température à l'optimum. Pour les fruits, par exemple, tissus vivants consommant de l'oxygène et dégageant de l'anhydride carbonique, il importe d'éviter une élévation de température funeste et de maintenir, par ailleurs, une atmosphère appropriée d'oxygène, anhydride carbonique et vapeur d'eau. Autant que possible, on tient également compte de diverses contingences telles que l'histoire antérieure du fruit, la variété intéressée, la position sur l'inflorescence, l'âge de l'arbre. Pour les pommes, on a obtenu, à 3°, des résultats satisfaisants du double point de vue dégagement d'anhydride carbonique et résistance aux bactéries.

(1) « Nature » (de Londres), 1er avril 1933.

Hardy a fourni, d'autre part, quelques indications sur la conservation des viandes. L'action des bactéries n'est que différée et non supprimée par refroidissement insuffisant, et, dans leur ensemble, les effets de la congélation sont fonctions de la température à laquelle elle a été pratiquée. En provoquant, à l'intérieur des tissus une séparation de glace, la congélation agit, en quelque sorte, à la manière d'un agent desséchant. Dans la viande emmagasinée à l'état congelé, les protéines deviennent de plus en plus solubles, tandis qu'il y a accumulation d'acide lactique. Après congélation à une température supérieure à — 1°6, le muscle est susceptible, par dégel, de reprendre son état normal, avec restitution de l'acide lactique en excès ; mais au-dessous de ce seuil critique, l'altération est définitive. S. V.

Industrie

L'agar-agar au Japon. — La gélose produite par une variété d'algue marine appelée « tengusa » est récoltée sur les côtes du Japon. Dans une note sur l'agar-agar publiée par le Bulletin de novembre-décembre 1932 de la Chambre de Commerce française du Japon, il est rappelé que c'est en 1658 que fut découvert, accidentellement, l'usage de la gélose dans l'alimentation par un aubergiste de Fushimi, près de Kyoto, nommé Tarozaemon Minoya.

La fabrication de la gélose a lieu chaque année de février à juin.

Trois variétés commerciales d'agar-agar sont connues : Kobe, Shinshu, Sakhaline. Les deux premières se subdivisent en trois qualités : n° 1, n° 2, n° 3.

La production du Japon est de près de 2.000 tonnes par an, 65 % sont exportés, surtout aux Etats-Unis, en Allemagne, aux Indes Néerlandaises et en France En 1932 la France a importé 2.230 piculs de 60 kilos valant 306.230 yens. L'Allemagne, les Etats-Unis et les Indes Néerlandaises ont importé chacun plus de 3.000 péculs.

L'agar-agar qui est obtenu en filaments est emballé pressé en balles de 265 livres poids. L. B.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 12 juin 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *K. L. Hiong* (prés. par M. Goursat). — **Sur les fonctions mésomorphes dans le cercle-unité.**

— *G. Bouligand* (prés. par M. Elie Cartan). — **Propriétés générales des correspondances multiformes.**

— *E. Blanc* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur la structure de certaines lois générales régissant des correspondances multiformes.**

— *Marie Charpentier* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur la semi-continuité d'inclusion des trajectoires de la Dynamique.**

— *A. Liénard* (prés. par M. E. Jouguet). — **Formules de récurrence pour les intégrales des fonctions adjointes des polynomes de Legendre.**

THÉORIE DES FONCTIONS — *Raphaël Salem* (prés par M. E. Borel). — **Sur les propriétés extrémales de certains polynomes trigonométriques.**

HYDRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *Leroux* (prés. par M. E. Jouguet). — **Comparaison de tubes dynamiques de Pitot.**

ASTRONOMIE. — *E. Chandon, R. de Voloutat* et *A. Gouguenheim* (prés. par M. E. Esclangon). — **Appareils de mesures de l'équation personnelle absolue dans les observations à l'astrolabe à prisme.**

ASTROPHYSIQUE. — *E. Sevin* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur la contraction de l'Univers.**

PHYSIQUE. — *E. Banderet.* — **Anneaux de Liesegang obtenus par électrolyse.**

ÉLECTROMÉTRIE. — *J. Roulleau* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur un voltmètre amplificateur.**

L'appareil comporte une lampe bigrille; la plaque et la grille extérieure sont couplées par l'intermédiaire d'un transformateur à fer, de manière à créer un courant de fréquence audibles. La grille extérieure joue un rôle modulateur; son potentiel, par rapport au filament, détermine la résistance interne de la lampe et, par suite, l'amplitude des oscillations plaque-grille intérieures. L'auteur décrit le fonctionnement de son appareil qui convient comme villivolmètre pour courant continu, en n'exigeant qu'un appareil de mesure relativement peu sensible. Son principal avantage réside dans sa stabilité.

SPECTROSCOPIE. — *L. et E. Bloch* (prés. par M. Villard). — **Structure de la raie Raman principale du benzène.**

RADIOACTIVITÉ. — *M. Haïssinsky* (prés. par M. G. Urbain). — **Séparation des éléments 88 (Ra), 89 (Ac) et 90 (Thi), à l'aide de solvants organiques.**

Le solvant employé est l'alcool éthylique absolu, soit seul, soit additionné de pyridine. La méthode indiquée a pu être appliquée aux produits de désintégration du thorium et au mélange d'actinium X et radioactinium.

— *G. Guélen* et *L. Hermans* (prés. par M. J. Perrin). — **Phénomènes de passage produits par les rayons γ.**

— *L. Goldstein* (prés. par M. J. Perrin). — **Atomes de recul en milieu gazeux. Affinité électronique.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Le Chatelier.* — **Sur la loi de déplacement de l'équilibre chimique.**

— *W. Broniewski* et *J. Smolinski* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la structure des alliages fer-nickel.**

— *P. Bary* et *E. Fleurent* (prés. par M. G. Bertrand). — **La limite de dégradation des solutions de caoutchouc.**

CHIMIE MINÉRALE. — *M. Harnist* (prés. par M. Matignon). — **La transformation sous pression des thionates et du sulfucyanure d'ammonium en sulfate de soufre.**

Le chauffage sous pression est susceptible d'effectuer d'une façon générale, la transformation technique rapide et complète en sulfate (acide ou neutre) et en soufre, des polythionates d'ammonium seuls ou mélangés en proportion variable avec du thiosulfate ou des sulfites ou avec les deux sels, il en est de même pour le mélange des sulfites avec le thiosulfate seul.

— *A. Travers* et *Bauer* (prés. par M. Matignon). — **Changement de constitution de l'orthophosphate tricalcique après fusion.**

CHIMIE ORGANIQUE. — *C. Achard, A. Boutaric* et *J. Bouchard.* — **Sur les propriétés antioxygènes de certains alcaloïdes.**

Les dix-huit alcaloïdes étudiés, diminuent nettement le pouvoir fluorescent de l'uranine, que celle-ci soit prise en

solution alcoolique ou en solution aqueuse. Qu'il s'agisse de l'action exercée sur la décoloration du bleu de méthylène par les tissus animaux ou par le lait, ou de l'action exercée sur le pouvoir fluorescent des solutions fluorescentes et notamment de l'uranine, les alcaloïdes essayés se comportent comme des antioxygènes.

— *Mme Ramart-Lucas* et *Mlle Vohl* (prés. par M. G. Urbain). **Stabilité comparée des isomères suivant leurs spectres d'absorption. Isomérisation des arylamines.**

La règle concernant les relations entre la stabilité comparée des isomères susceptibles de se transformer l'un dans l'autre par la chaleur et la position de leurs bandes d'absorption dans l'ultraviolet, se vérifie dans le cas de transpositions que subissent par la chaleur les sels des arylamines secondaires, tertiaires et d'ammonium quaternaires.

— *P. Carré* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les mobilités des radicaux alcoyles dans leurs chlorosulfites.**

Cette étude montre que l'introduction d'un élément ou d'un groupement négatif dans un radical alcoyle positif vient diminuer l'aptitude migratrice de ce groupement sur le chlore négatif.

— *L. Debucquet* et *L. Velluz* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur quelques combinaisons nouvelles de l'hexaméthylénetétramine.**

Ces combinaisons qui ont été obtenues avec les chromates, bichromates, ferri et ferrocyanures calciques et magnésiens, n'avaient pas encore été décrites et certaines d'entre elles peuvent donner lieu à des applications microanalytiques.

— *Nils Stendal* (prés. par M. G. Bertrand). — **Sur la caractérisation des acides gras élevés sous forme de monouréides.**

L'auteur établit une technique de préparation des monouréides d'acides gras supérieurs. Ces dérivés sont intéressants du fait de leur forte teneur en azote permettant de fixer leur poids moléculaire par dosage de cet élément, et ils permettent une récupération facile et quantitative de l'acide gras mis en œuvre.

— *P. Süe* et *G. Wétroff* (prés. par M. C. Matignon). — **Les sels alcalins de l'orthooxyquinoléine.**

Quatre sels alcalins de l'orthoxyquinoléine ont été préparés : ceux de lithium et de sodium qui sont stables et celui de potassium qui l'est déjà beaucoup moins; quant au dérivé d'ammoniaque, il est particulièrement instable et se décompose immédiatement à l'air. Tous ces composés, très bien cristallisés, sont trop solubles pour pouvoir être utilisés en analyse.

— *R. Mendès Da Costa* (prés. par M. Delépine). — **Absorption dans l'ultraviolet de quelques acides β arylacryliques et de leurs dérivés.**

HISTOIRE DES SCIENCES. — *P. Baud* (prés. par M. Matignon). — **John Holker et la fabrication de l'acide sulfurique en France au XVIIIe siècle.**

La première fabrique d'acide sulfurique, avec chambre de plomb, à Rouen, est généralement attribuée à John Holker qui l'aurait édifiée en 1766, au faubourg St-Sever et plus spécialement rue des Brouettes. Mais les recherches de l'auteur montrent qu'elle fut construite par Holker et son fils, rue de Sotteville à la hauteur des impasses Thoreau et Bureau, et ne fut achevée qu'en 1769.

MÉTÉOROLOGIE. — *C. Störmer.* — **Nuages dans la stratosphère.**

L'année 1932 fut particulièrement riche en nuages stratosphériques et de nombreuses photographies ont permis de déterminer leur hauteur et leur vitesse. Comme moyenne de 18 mesures de la hauteur, prises le 10 juillet, on a trouvé 81 km. 8; la moyenne de 19 mesures prises le 24 juillet a été de 81 k. 1. Le 10 juillet, la vitesse des nuages était d'environ 50 m. par seconde dans la direction Sud-Sud-Ouest.

Les nuages nacrés apparurent plusieurs fois au-dessus de la Scandinavie et le phénomène fut particulièrement remarquable les 29 janvier et 19 février 1932.

L. Franchet.

PALÉONTOLOGIE. — *H. Fairfield Osborn.* — **Des principes qui ont présidé à l'évolution biomécanique des Mammifères.**

L'évolution des Mammifères s'est faite selon le principe de *l'Aristogénèse*, principe essentiellement mécanique, basé directement sur le développement du mécanisme des membres, du crâne, des défenses et des dents. Les caractères sur lesquels il est fondé, sont de deux sortes : les *aristogènes* et les *allomètrons*. Les aristogènes sont des adaptations directes du *généplasme*, sans anticipation dans le somoplasme, par habitude, usage ou manque d'usage; leur évolution est lente et séculaire (cônes dentaires, rudiments de cornes). Les allométrons correspondent à des changements des proportions, déterminés par l'influence de l'habitude sur le *somoplasme*, et non prédéterminés dans le généplasme; ils sont relativement rapides dans leur évolution (brachycéphalie et dolicocéphalie, brachydactylie et dolichodactylie).

L'aristogénèse s'accorde avec *l'entéléchie* d'Aristote. Elle diffère des conceptions de Lamarck; d'après Lamarck, les adaptations nouvelles biomécaniques sont post-habituelles ou post-empiriques; les aristogènes sont préexpérimentaux ou pro-empiriques. Le principe de l'aristogénèse diffère du principe déductif de Driesch (néovitalisme), de Lloyd Morgan (émergence), de Smuts (holisme), de Bergson (évolution créatrice). Ces derniers sont énoncés philosophiquement comme explications théoriques des causes d'adaptation, tandis que « l'aristogénèse ne prétend aucunement pénétrer le secret de causation. L'aristogénèse est, simplement, une expression de phénomènes observés actuellement; elle laisse ces phénomènes entièrement, sans même l'atome d'une explication ou d'une hypothèse, encore moins d'une théorie ».

LITHOLOGIE. — *B. Brajnikov.* — **Premiers résultats d'une étude sur l'altération de surface de la craie. Le mécanisme de l'altération.**

La pénétration de l'eau, à travers les masses de craie, se fait surtout par circulation au travers des fissures. D'autre part, la craie se délaie dans l'eau et, si l'eau est suffisamment abondante, la pâte très liquide est entraînée dans les régions profondes grâce aux fissures. En même temps, il y a solubilisation de craie à l'état de bicarbonate, entraîné par percolation. Les parties insolubles et les matières étrangères sont entraînées dans les fissures qu'elles remplissent : d'où reconsolidation et recristallisation du carbonate de calcium en plages de calcite.

GÉOLOGIE. — *G. Mistardis* (prés. par M. Jacob). — **Sur les grès quaternaires de l'Attique.**

L'origine de ces grès doit être cherchée dans des dunes de plages formées sur la côte Est de l'Attique aux dépens de roches cristallines; la mise en place est due aux vents violents d'Est et de Nord-Est. Le littoral d'où sont partis

les sables devait se trouver à plusieurs kilomètres à l'Est du littoral actuel et à quelques dizaines de mètres plus bas.

— *A. de Lapparent* (prés. par M. Jacob). — **Sur les environs d'Ampus (Var).**

Après le dépôt des couches de l'Eocène inférieur, les environs d'Ampus auraient été affectés par trois séries d'accidents : failles périphériques déterminant les bassins d'effondrement d'Ampus et de la Courbe de Magne, — pli du Puy de la Sigue, — anticlinal de Mourjaï. L'Eocène ne se trouve pas en fenêtre sous une nappe provençale. On est en présence : d'une part, de bassins d'effondrement, ou même de repos normal de l'Eocène sur le Jurassique; d'autre part, de deux plis couchés l'un vers l'autre et qui ne seraient pas de même âge.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *H. Colin* et *H. Belval* (prés par M. Molliard). — **Le raffinose dans les Céréales.**

Le raffinose existe dans les germes de Blé, d'Orge, de Seigle, Avoine, toutes Céréales à lévosine; il n'existe pas chez le Maïs et le Sorgho dont les grains, ni les tiges, ne renferment jamais de fructosane.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *A. Sosa* (prés par M. G. Bertrand). — **Sur un hétéroside nouveau de *Betula alba* L.**

L'écorce de *Betula alba* renferme du *bétuloside*, hétéroside nouveau, non azoté, dédoublable par l'émulsine en α, glucose et en aglucone de formule $C^{10}H^{14}O^2$, de constitution indéterminée.

CYTOLOGIE. — *A.-Ch. Hollande* (prés. par M. Dangeard). — **La structure cytologique des *Bacillus enterothrix camptospora*, Collin et de *Bacillospira* (*Spirillum*) *præclarum*, Collin.**

Le protoplasme, dense, homogène, non alvéolaire, basophile, renferme des métanucléosomes et des corpuscules nucléosomiens. L'épinucléosome doit être considéré comme l'homologue d'un paranucléosome secondaire, biologiquement fixé au cours de l'évolution microbienne; le centronucléosome correspond au nucléosome des Bactéries. Le germe sporal, bien qu'au repos, ne présente pas de membrane nucléaire entourant le métanucléosome; ce dernier est homologable à la substance sidérophile du noyau diffus des Cyanophycées. De tels microbes peuvent être regardés comme des espèces intermédiaires reliant les *Bactériacea* aux *Cyanophycea*.

EMBRYOGÉNIE. — *P. Wintrebert* (prés. par M. Caullery). — **La détermination tardive, au temps de la gastrulation, du centre organisateur des Amphibiens, démontrée chez le Discoglosse par l'ascension expérimentale de la lèvre dorsale.**

Tous les embryologistes sont d'accord pour admettre la détermination précoce du centre d'organisation de Spemann. Les résultats de l'auteur sont en opposition complète avec cette opinion. Il se base sur les expériences dans lesquelles il a provoqué le relèvement de la lèvre dorsale. Les rapports qui lient le centre ordonnateur et son champ d'induction mitogénétique au centre organisateur, peuvent être conçus de la façon suivante. Le champ mitogénétique de la blastula est *équipotentiel*. Le trait de la lèvre dorsale marque seul le groupe cellulaire auquel échoit la destinée de constituer le centre d'organisation et fixe en même temps le moment de sa détermination. La pénétration, dans le milieu intérieur de l'œuf, des cellules qui se contractent en formant la lèvre dorsale, transforme l'induction purement mitogénétique dont elles sont pourvues, en une induction organisatrice, d'une nature tout à fait différente. Le pouvoir du champ d'induction mitogénétique de la blastula tient essentiellement aux propriétés d'induction propagées par le centre ordonnateur et non à ce que son domaine coïncide éventuellement, comme chez les Urodèles, avec le territoire présumé de l'enroulement mésodermique normal.

MÉCANIQUE ANIMALE. — *A. Magnan, A. Sainte-Laguë* et *Cl. Magnan* (prés. par M. d'Arsonval). — **Contribution à l'étude du mécanisme du vol chez les Insectes.**

Etablissement des formules mathématiques permettant le calcul des forces de sustentation, de propulsion, de la puissance.

PARASITOLOGIE. — *Ch. Joyeux* et *J.-G. Baer* (prés. par M. Caullery). — **Sur le cycle évolutif d'un Ténia de Serpent.**

Le parasite est l'*Ichtyotænia* (*Crepidobothrium*) *racemosa*, rencontré chez la Couleuvre (*Tropidonotus natrix*); il n'a jamais été signalé : ni chez cet hôte, ni en Europe. L'œuf se développe chez le *Cyclops*, chez lequel se forme un plérocercoïde, qui se retrouve ensuite dans la cavité générale des Truites et n'infeste pas les têtards de grenouille. Des expériences sont en cours pour déterminer si les Couleuvres peuvent s'infester directement en avalant des Cyclops infestés.

M. Mascré.

Séance du 19 juin 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *M. Brillouin.* — **Fonctions sphériques. Formules générales de récurrence. Développement des fonctions non antipodes en séries de polynomes de Legendre et de Laplace.**

— *G. Vranceanu* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur le nombre des différentielles d'un système de Pfaff.**

— *M. Nicolesco* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur quelques points de géométrie finie directe.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *E.-J. Gumbel* (prés. par M. E. Borel). — **La plus petite valeur parmi les plus grandes.**

THÉORIE DES GROUPES. — *H. Auerbach* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur la représentation analytique des groupes linéaires clos.**

CALCUL GRAPHOMÉCANIQUE. — *P. Boisseau* (prés. par M. M. d'Ocagne). — **Sur de nouveaux appareils d'intégration mécanique.**

— *F.-E. Uryard* (prés. par M. M. d'Ocagne). — **Sur un appareil permettant de tracer la dérivée moyenne d'une fonction représentée par sa courbe en coordonnées cartésiennes.**

HYDRODYNAMIQUE. — *G.-D. Matholi* (prés. par M. H. Villat). — **Sur les conditions à la paroi pour l'équation de la turbulence dans les courants.**

ASTROPHYSIQUE. — *D. Barbier* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur une absorption sélective de la lumière dans les Pléïades.**

PIEZO-ÉLECTRICITÉ. — *A. Guerbilsky* (prés. par M. H. Villat). — **Un résonateur piezo-électrique à réponse uniforme pour une gamme donnée de fréquences.**

Les relais électro-optiques à quartz en lumière polarisée ont été constitué par des lames de différentes dimensions et ont présenté une réponse égale pour des fréquences de modulation allant au-delà de 16.000 p/sec.

Deux microphones ont été construits basés sur les principes suivants : 1° Le courant d'un circuit oscillant de haute fréquence, a été entretenu à l'aide d'un quartz.

L'amortissement de quartz dépendant des densités du milieu environnant, l'amplitude du courant de haute-fréquence dépend aussi de celle-ci et, par conséquent, cette amplitude suit les variations de densité provoquées par l'onde sonore; 2° La seconde réalisation a été basée sur le fait que lorsque le quartz vibre, il emprunte à son circuit une certaine quantité d'énergie qui se traduit dans la courbe de résonnance du circuit par une « crevasse » dont la profondeur dépend de l'amortissement du cristal.

IONISATION DES GAZ. — *T.-V. Ionescu* et *I. Mihul* (prés. par M. A. Cotton). — **Ionisation de l'air et de l'hydrogène dans la décharge à haute fréquence.**

OPTIQUE. — *R. Legendre* (prés. par M. Cotton). — **Nouveau colorimètre.**

SPECTROSCOPIE. — *L. Herman* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur l'absorption de l'oxygène dans l'ultraviolet.**

PHOTOCHIMIE. — *A. Charriou* (prés. par M. J. Perrin). — **Elévation de la sensibilité des émulsions photographiques par électrophorèse.**

L'action de l'électrophorèse en présence d'eau, permet donc d'augmenter la sensibilité du bromure d'argent dans une proportion beaucoup plus grande que l'action de l'eau seule. Les sensibilités obtenues sont de l'ordre de celles observées lors du trempage des plaques dans des solutions ammoniacales. On a constaté dans les eaux résiduelles de l'électrophorèse la présence du brome, mais non celle de l'argent.

— *Kantzer* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur les propriétés photochimiques du chlorure de chromyle.**

RADIOCHIMIE. — *R. Audubert* et *Van Doormaal* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'émission de rayonnement par les réactions chimiques.**

Les résultats expérimentaux ne permettent pas encore de préciser le mécanisme de l'émission du rayonnement constatée, mais étant donnée la quantité très faible de photons émis, par rapport au nombre total des molécules réagissant, on peut se demander si cette émission ne serait pas caractéristique du retour spontané à l'état normal d'une partie des molécules activées.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *I. Curie* et *F. Joliet* (prés. par M. J. Perrin). — **Electrons positifs de transmutation.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *R. Etienne* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le déplacement de l'équilibre par variation de masse.**

— *Decarrière* et *J. Autheaume* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Contribution à l'étude du catalyseur au fer utilisé pour l'hydrogénation de l'oxyde de carbone à la pression ordinaire.**

CHIMIE GÉNÉRALE. — *M. Prettre.* — **Sur les variations de températures d'inflammation spontanée des mélanges d'hydrogène et d'air en fonction de la vitesse d'échauffement.**

L'inflammation des mélanges oxhydriques à la pression atmosphérique se produit à des températures d'autant plus basses que l'on évite mieux les réactions d'oxydation durant l'échauffement. Toutes les méthodes comportant un chauffage très rapide provoquent l'inflammation du gaz tonnant dès 450 ou 350°, quelle que soit la pression entre 1 et 2 atm. Le chauffage séparé de l'hydrogène et de l'oxygène à une même température, suivi de leur mélange brusque a permis à Fiesel d'obtenir la réaction explosive du gaz tonnant, à des températures voisines de 400° seulement, sous 1 atm. environ.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Recoura.* — **Sur les chlorures triaquochromique et biaquochromique.**

— *T. Karantassis* (prés. par M. G. Urbain). — **Doubles décompositions entre les halogénures de germanium et les halogénures des éléments trivalents, tétravalents et bivalents.**

CHIMIE ORGANIQUE. — *J. Amiel.* — **Sur quelques produits de la combustion lente du benzène.**

— *R. Boudnikoff* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la réaction du soufre avec les terpènes et l'utilisation de cette réaction pour la préparation d'une solution d'or liquide.**

Il est à signaler particulièrement dans cette Note, le procédé de préparation de l'or liquide dont une si large utilisation est faite dans les arts céramiques, procédé qui repose sur l'emploi du sulfure de terpène.

— *H. Wahl* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur les dérivés chlorés du paraxylène.**

L'auteur a obtenu un mononitrachloroparaxylène et un dérivé nitré isomère de ce dernier. Il a pu isoler deux amines isomères et établir la constitution de l'une d'elles. Enfin, il a préparé une chloroparaxylidine isomère dont le dérivé acétylé fond à 171°, le dérivé benzoylé à 177° et dont le picrate cristallise en fines aiguilles jaunes (F = 171—172° déc.).

ANTHROPOLOGIE. — *Ch. Fraipont* (transm. par M. Calmette).

Au sujet d'une Note publiée récemment (*C. R.* 3 avril 1933) relativement aux caractères microscopiques différentiels de l'os de Cynocéphale adulte et de l'os humain, l'auteur fait remarquer que le fait signalé par MM. Müller et Desmarez confirme une loi à laquelle il n'a trouvé jusqu'à présent nulle exception : « Tous les caractères qui différencient l'Homme des autres Primates sont, en dernière analyse, dûs à l'acquisition de la station verticale ».

L. Franchet.

PÉTROGRAPHIE. — *L. Ceyeux.* — **Diagnostic différentiel des brèches sédimentaires et des brèches tectoniques.**

Le diagnostic différentiel des deux types de brèches, basé sur l'examen microscopique, met au premier plan la nature du ciment et ses rapports avec les matériaux qu'il agglutine. Chez une brèche sédimentaire, la gangue a pour caractéristique fondamentale d'être génétiquement indépendante des éléments qui s'y trouvent inclus et de constituer, à elle seule, un véritable sédiment. Chez les brèches tectoniques, au contraire, il y a entre les éléments en présence un lien génétique extrêmement étroit : le ciment n'y est pas autre chose que le produit ultime des phénomènes d'écrasement qui ont engendré la structure bréchoïde. Cependant, la nature sédimentaire de la gangue peut-être difficile à reconnaître, par suite d'une recristallisation partielle ou totale. L'auteur passe en revue les divers caractères sur lesquels on pourra se baser; il considère que l'analyse des brèches au microscope doit servir d'introduction à toute étude des phénomènes de charriage.

GÉOLOGIE. — *C. Arambourg* et *R. Jeannel.* — **La Mission scientifique de l'Omo.**

Le but de l'expédition était l'exploration paléontologique de la basse vallée de l'Omo, en Ethiopie méridionale. Un des principaux résultats a été la découverte, dans la faune alpine du mont Elgon, d'une quantité d'éléments d'origine paléarctique qui manquent sur les autres hautes montagnes

de l'Afrique Orientale. Ce fait indique que des lignées européennes ont pu se répandre, à une date relativement récente, jusque sous l'Equateur, à travers le Massif Abyssin.

— *R. Furon* (prés. par M. Cayeux). — **Observations sur la stratigraphie de l'Ouest africain (Mauritanie et Soudan).**

Les calcaires supérieurs de l'Adrar Mauritanien sont d'âge dinantien. Ils sont caractérisés par l'association de *Phillipsia*, d'*Endothyra* et de fragments de Paléchinides, en grand nombre. Les falaises de l'Adrar montrent une série assez complète : dolomies à *Collenia*, des grès silurodévoniens, des calcaires représentant le Dévonien supérieur et le Dinantien. La série schisto-calcaire du Soudan, constitue la base de la série des « Grès horizontaux » silurodévoniens.

— *G. Denizot* (prés. par M. Cayeux). — **Sur l'âge des vieux poudingues de la Durance et de la Crau.**

Les grands transports antéquaternaires de la Durance doivent être attribués au Pliocène, en discordance générale sur les faciès continentaux terminant le Miocène. Ces transports se sont répandus, par dessus le Pliocène marin, sur l'emplacement de la Crau.

— *M. Parat* et *P. Drach* (prés. par M. Jacob). — **Le Portlandier du Cap Leslie dsns le Scoresby Sund (Grœnland).**

— *L. Clariond* et *H. Termier* (prés. par M. Jacob). — **Sur le Djebel Sagho (Maroc saharien).**

Les observations faites indiquent : 1° une série monotone allant du Géorgien probable au Gothlandien ; 2° une lacune à la base du Dévonien ; 3° la transgression du Viséen sur le massif ancien ; 4° l'âge hercynien des mouvements, puisque le Carbonifère est plissé et que le Cénomanien de bordure est resté sensiblement horizontal. Ainsi se trouve précisé l'âge de la grande chaîne du Sud-Marocain (Sagho-Anti-Atlas).

HYDROLOGIE. — *V. Frolow* (prés. par M. d'Ocagne). — **Les hauteurs de crue de la Seine au pont d'Austerlitz.**

Le phénomène des plus fortes cotes annuelles de la Seine, à Paris, résulte de l'interférence de plusieurs composantes périodiques. On peut désigner une limite inférieure des crues exceptionnelles et les distinguer des crues fréquentes comme étant dues à la coïncidence des valeurs fortes de plusieurs composantes, dont obligatoirement un maximum de composantes rapides.

PALÉONTOLOGIE. — *E. Patte* (prés. par M. Douvillé). — **Sur l'origine des amas d'huîtres des Chauds à Saint-Michel-en-l'Hern (Vendée).**

Ces buttes sont considérées comme artificielles par les uns, comme naturelles par d'autres. L'auteur les considère comme artificielles, d'après la disposition des huîtres, d'après les caractères de la matière meuble ; leur forme rappelle les tells archéologiques d'Orient. On peut se demander si leur origine n'est pas rituelle.

BOTANIQUE. — *P. Bugnon* (prés. par M. Mangin). — **Sur l'origine de la monocotylie chez la Ficaire.**

D'après Winkler, la Ficaire est devenue monocotylédone par avortement total de l'un des deux cotylédons primitifs. Cette hypothèse doit être considérée comme purement gratuite. La dicotylie anormale, que l'on observe parfois, peut s'interpréter de deux autres manières différentes. On peut admettre que les deux cotylédons résultent d'une dichotomie du cotylédon unique ; on peut admettre aussi que l'un des cotylédons, habituellement transformé en la première feuille, peut reprendre sa place et sa forme originelles.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Costantin.* — **Influence des hautes latitudes sur la culture du Blé.**

Schübeler, en 1873, montra l'heureuse influence qu'exercent les hautes latitudes sur la culture du Blé. Ces faits n'ont pas été retenus comme ils le méritaient. L'examen de la carte des rendements du Blé à l'acre au Canada, malgré quelques irrégularités, montre que la productivité s'accroît quand s'élève la latitude. Cependant, l'observation seule ne permettra pas de résoudre un problème si compliqué, les faits observés ne sont pas toujours démonstratifs. L'auteur croit cependant à l'exactitude des résultats de Schübeler, contrôlés par d'autres expérimentateurs, parce que des résultats absolument analogues ont été constatés sur l'influence héréditaire de l'altitude sur la Canne à sucre et commencent à l'être pour la Pomme de terre.

— *L. Blaringhem.* — **L'habitus, ou individualité biologique, des hybrides de Crucifères (*Cheiranthus, Erysimum, Mathiola, Lunaria*).**

L'habitus est une disposition naturelle propre à chaque plante issue de graine, comprenant l'organisation morphologique, le tempérament physiologique, surtout l'évolution sexuelle innée ; ce mot s'oppose au mot *comportement* qui implique l'idée d'une réaction de l'individu à l'ambiance. Les graines provenant d'une Giroflée sauvage, femelle par avortement des étamines, (sans doute un hybride : *Cheiranthus* × *Erysimum*) ont donné des individus dont chacun constitue une individualité biologique, définie par son habitus. La diversité des individus est marquée par de très nombreux caractères parmi lesquels les caractères sexuels ont une valeur particulière ; c'est au début de l'anthèse que la diagnose de l'habitus est la plus facile et la plus nette. On doit insister sur le fait que toutes les pousses d'un même individu sont identiques et restent identiques, à l'âge près, au cours de plusieurs semaines ; de plusieurs mois, d'une année à l'autre. L'individualité des descendants a été conditionnée évidemment par la mutation initiale et l'hybridité entre genres. Cependant, elle est la règle dans la nature. Des faits concernant des *Matthiola*, des *Lunaria* confirment les précédents. Les conséquences de l'*habitus* sont particulièrement nettes chez les Crucifères, qui se prêtent bien à la démonstration de l'existence naturelle des « petites espèces ». Mais la notion, ainsi établie, d'une disposition propre à l'individualité, rendra de grands services dans les analyses de divers hybrides (Pavots, Digitales, Graminées).

HISTOIRE DES SCIENCES. — *A. Chevalier* (prés. par M. Costantin). — **Michel Adanson, précurseur du lamarckisme.**

Adanson avait eu, dès 1763, comme en témoigne son ouvrage « *Famille des Plantes* », une conception très nette du transformisme et même de l'hérédité des caractères acquis. Il montrait ainsi une grande indépendance d'esprit, en critiquant diverses théories de Linné. Il n'est pas douteux qu'Adanson ait influé sur l'esprit de Lamarck qui put ultérieurement mûrir et approfondir les idées d'Adanson.

GÉOGRAPHIE BOTANIQUE. — *A. Davy de Virville* (prés par M. Molliard). — **Contribution à l'étude des zônes de Lichens sur le littoral du Portugal.**

On distingue, sur les côtes françaises de l'Océan Atlantique et de la Manche, une répartition des Lichens en zo-

nes de végétation caractéristiques. On retrouve les mêmes zones sur les côtes du Portugal, mais les lichens considérés y sont moins nombreux, moins constants et leurs zones deviennent de plus en plus irrégulières et fragmentaires à mesure qu'on avance vers le Sud du Portugal.

ZOOLOGIE. — *J. Timon-David* (prés. par M. Caullery.) — **Contribution à l'étude du cycle évolutif des Zoogonides (Trématodes).**

Zoogonus mirus vit normalement dans le rectum de *Labrus merula*. L'auteur a rencontré les métacercaires de *Zoogonus* chez l'Oursin ordinaire (*Paracentrotus lividus*) et chez *Sphærechinus granularis*, dans les muscles masticateurs de la lanterne d'Aristote, où elles se trouvent enkistées. L'anatomie de la métacercaire correspond exactement à celle de la forme adulte, dont elle diffère seulement par l'état embryonnaire de l'utérus et l'absence d'activité génitale.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A. Blanchetière* (prés. par M. Desgrez). — **Sur un produit résultant de l'action de la pepsine sur la glycine.**

Le produit obtenu est un dérivé de condensation de la glycine, apparenté aux diacipipérazines et correspond à la forme énolique.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *G. Ranson* (prés. par M. Joubin). — **Les Algues excrètent dans les Océans de la matière organique pigmentée soluble. Conséquences.**

Navicula ostrearia Bory est normalement planctonique. En présence d'un sucre, elle devient benthique et élabore un pigment bleu. Il en est ainsi au voisinage des cultures d'Huîtres, à cause des mucus sécrété par celles-ci. En culture, *Navicula* peut élaborer le pigment, qu'elle excrète et que l'on retrouve en solution dans l'eau. Ce pigment est un phosphatide. On peut généraliser cette notion. Les Algues secrètent des phosphatides qui passent en solution dans l'eau ambiante et constituent une source importante de matériaux nutritifs pour les animaux. Cette excrétion de pigment doit aussi jouer un rôle dans la coloration des eaux.

MICROBIOLOGIE. — *Ph. Lasseur, Mlle A. Dupaix* et *J.-G. Marchal* (prés. par M. Vincent). — **Observations sur le phénomène de Charrin et Roger (agglutination sérique des Bactéries).**

Il existe des plastides isolées dans des systèmes qui renferment, non seulement de nombreux amas sériques, mais encore un excès d'agglutinine. On peut supposer : ou bien que les plastides restés libres appartiennent à des biotypes non agglutinables; ou bien que l'agglutination sérique des Bactéries est une réaction limitée réversible régie par un état d'équilibre au sens d'Arrhenius-Madsen. L'expérience montre que : dans la zone des fortes concentrations en agglutinine, toutes les plastides sont agglomérées, une fraction de l'anticorps restant libre; dans la zone de concentrations moyennes ou faibles en agglutinine, tout l'anticorps est fixé, une partie des plastides restant libre.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — MM. P. Painlevé, J. Drach, J. Perrin, G. Urbain, M. Molliard, F. Mesnil sont élus Membres de la Commission supérieure des Recherches scientifiques.

M. Bordet a été désigné pour représenter l'Académie à la séance consacrée à la mémoire de *Jean Effront*, le 1er octobre 1933, à Bruxelles.

MM. E. Bouvier, P. Marchal et Ch. Gravier représenteront l'Académie à la célébration du Centenaire de la mort de *Pierre-André Latreille*, le 27 août 1933, à Brives-la-Gaillarde.

M. Ch. Barrois est désigné, à nouveau à la National Academy of Sciences comme membre du Board of Trustees du Fonds Ch. D. Walcott.

Conseil supérieur de la Recherche Scientifique. — Le Ministre de l'Education Nationale a pris un arrêté réglant le mode d'élection du Conseil supérieur de la Recherche Scientifique :

Art. 1er. — Les représentants au Conseil supérieur de la Recherche Scientifique, de l'Académie des Sciences, de l'Académie des Inscriptions et Belles-lettres, de l'Académie des Sciences morales et politiques sont désignés par ces corps selon les modes d'élection prévus dans leurs règlements.

Art. 2. — Les représentants des fédérations de sociétés scientifiques sont désignés selon le mode d'élection adopté par chacune de ces fédérations à raison de :

Un membre de la section n° 1 (sciences mathématiques) par la fédération des sociétés de sciences mathématiques et physiques;

Un membre de la section n° 2 (sciences mécaniques et statistiques et sciences de l'astronomie) par la fédération des sociétés de sciences mathématiques et physiques;

Un membre de la section n° 3 (sciences physiques) par la fédération des sociétés de sciences mathématiques et physiques;

Un membre de la section n° 4 (sciences chimiques) par la fédération des sociétés de chimie;

Un membre de la section n° 5 (sciences biologiques) et un membre de la section n° 6 (sciences naturelles) par la fédération des sociétés de sciences naturelles;

Deux membres de la section n° 7 (sciences historiques et philologiques) et deux membres de la section n° 8 (sciences philosophiques et historiques) par la fédération des sciences philosophiques et historiques.

Art. 3. — Lorsqu'il y a lieu de procéder à l'élection des membres élus par les chercheurs de moins de quarante ans et par les chercheurs et les savants de quarante ans au moins, le ministre de l'Education Nationale fixe, par un arrêté, la date du scrutin. Un délai minimum de quarante jours est obligatoire entre la publication de l'arrêté au *Journal Officiel* et les élections. Le vote a lieu par correspondance, dans les formes fixées à l'article 9.

Art. 4. — L'élection a lieu au scrutin secret et à la majorité des suffrages exprimés dont le nombre ne doit pas être inférieur au quart du nombre des électeurs inscrits.

Si un second tour de scrutin est nécessaire, il y est procédé dans un délai d'un mois, dans les mêmes formes; dans ce cas, la majorité relative suffit.

Art. 5. — Les bulletins sont valables même s'ils portent plus ou moins de noms qu'il n'y a de membres à élire.

Les derniers noms inscrits au delà de ce nombre ne sont pas comptés.

Les bulletins blancs ou illisibles, ceux qui ne contiennent pas une désignation suffisante ou dans lesquels les votants se font connaître, n'entrent pas en compte dans le résultats du dépouillement, mais ils sont annexés au procès-verbal.

Art. 6. — En cas d'égalité de suffrages, la préférence se détermine par l'âge, le plus jeune étant déclaré élu.

En cas de refus d'un candidat élu au premier tour, il est procédé à une nouvelle élection. En cas de refus d'un candidat élu au second tour, il est procédé à un nouveau tour de scrutin et l'élection se fait cette fois à la majorité relative.

Le délégué élu dans plusieurs sections est tenu de faire connaître son option au ministre dans les trois jours qui suivent l'insertion au *Journal Officiel* du procès-verbal des opérations électorales.

A défaut d'option dans ce délai, le ministre, après avis de la Commission permanente du Conseil supérieur de la Recherche, détermine la section dont l'élu devra faire partie.

Il sera procédé ensuite à une nouvelle élection dans les formes ordinaires.

Art. 7. — Sont électeurs :

1° Les professeurs et sous-directeurs de laboratoires au Collège de France et au Muséum national d'histoire naturelle.

Les professeurs et les maîtres de conférences des Facultés des sciences et des lettres ou les chargés de ces fonctions.

Les professeurs et les agrégés en exercice des Facultés de droit et les chargés de ces fonctions.

Les professeurs et agrégés en exercice des chaires de physique, de chimie, de biologie, de sciences naturelles des facultés de médecine et des facultés de pharmacie.

Les directeurs, directeurs adjoints astronomes et astronomes adjoints de l'Observatoire de Paris et des observatoires des universités.

Les directeurs, physiciens et physiciens adjoints des Instituts de physique du globe.

Les directeurs, directeurs adjoints et sous-directeurs, et les maîtres de conférences, à l'école pratique des hautes études.

Les professeurs ou chargés de cours de l'école des chartes et de l'école des langues orientales vivantes.

Les directeurs, secrétaires et membres ou pensionnaires des écoles françaises d'archéologie d'Athènes, de Rome, du Caire et d'Extrême-Orient.

Les membres du personnel scientifique des archives nationales et départementales, des bibliothèques nationales et universitaires et des bibliothèques municipales classées, pourvus du titre de docteur ès-lettres;

2° Les directeurs de recherches, maîtres de recherches et chargés de recherches de la caisse nationale des sciences;

3° Dans une proportion qui ne dépassera pas, pour chaque section, le quart des électeurs précédents, et afin de pouvoir consulter des travailleurs qui ne relèveraient pas de l'un des organismes considérés dans les paragraphes 1er et 2 du présent article, ou dont la fonction n'a pu être précisée dans ces paragraphes.

Des chercheurs de toute origine désignés nominativement par le Conseil supérieur de la recherche, après examen de propositions faites à cette fin par les sections; cette liste supplémentaire sera revisée un an au moins avant l'expiration des pouvoirs des membres élus du conseil.

Art. 8. — Il est établi par le ministre de l'Education nationale une liste générale des électeurs, qui comprend :

Dans une première catégorie, les électeurs ayant moins de quarante ans au 1er août de l'année de l'élection.

Dans une seconde catégorie, les électeurs ayant, à la même date, au moins quarante ans.

Chaque catégorie est divisée en huit groupes correspondant aux huit sections du conseil.

Cette liste est envoyée à chaque électeur lors de la publication au *Journal Officiel* de l'arrêté fixant la date du scrutin.

Chaque électeur ne peut disposer que d'un seul vote et ne peut figurer que dans un seul groupe d'une seule catégorie.

Art. 9. — Le vote a lieu par correspondance sous enveloppe fermée ne comportant aucune indication ni aucun signe extérieur. Cette enveloppe est insérée dans une autre, qui est émargée par l'électeur et adressée directement au ministre de l'Education nationale de façon à lui parvenir au plus tard au jour fixé pour le scrutin.

Art. 10. — Une commission, dont les membres sont désignés par arrêté ministériel, et qui comprend au moins deux électeurs pour chaque section, procède au dépouillement du scrutin et proclame les résultats.

Art. 11. — Pour la première élection, le corps électoral, dont la composition est déterminée à l'article 7, ne comprendra que les électeurs désignés aux paragraphes 1 et 2 de cet article, à l'exclusion de ceux qui sont prévus au paragraphe 3.

Art. 12. — La liste des membres élus est publiée au *Journal Officiel*.

Congrès international d'Hygiène. — Le Congrès se tiendra à Paris, les 23, 24 et 25 octobre 1933.

IVe Congrès international de radiologie. — Le Congrès se tiendra à Zurich, du 24 au 31 juillet 1934, sous la présidence du Professeur H. R. Schinz, de l'Université de Zurich.

Congrès international des Sciences anthropologiques et ethnologiques. — Le Congrès se tiendra à Londres du 30 juillet au 4 août 1934.

Congrès international de géographie. — Le Congrès se tiendra à Varsovie en 1934.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté de Médecine.* — M. Chevassu, Agrégé est nommé Professeur de Pathologie chirurgicale en remplacement de M. Marion.

Université de Lyon. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. P. Bonnet, Agrégé, est nommé Professeur de Clinique ophtalmologique, en remplacement de M. Rollet.

M. Hermann, Agrégé à la Faculté mixte d'Alger est nommé Professeur de Physiologie à la Faculté mixte de Lyon, en remplacement de M. Doyon.

Université de Bordeaux. — *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Dupérié, Professeur de Médecine expérimentale est transféré dans la chaire de clinique médicale, en remplacement de M. Cassuet.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Discussion sur l'Evolution de l'Univers, par Sir James Jeans, M. l'Abbé Lemaitre, W. de Sitter, Sir Arthur Eddington, E.-A. Milne, R.-A. Millikan. Traduction et Avant-propos par Paul Couderc, Professeur agrégé de l'Université. In-8° de XII-70 pages. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix 15 francs.

A l'occasion du centenaire de sa fondation, l'Associa-

tion Britannique, pour l'Avancement des Sciences, tint à Londres, en septembre 1931, une réunion particulièrement importante. Les diverses sections organisèrent des discussions auxquelles furent appelés à prendre part des savants étrangers. La section des sciences mathématiques et physiques, avait à son ordre du jour une discussion sur l'Evolution de l'Univers. Quelques-uns « des maîtres penseurs du monde, discutant le plus important problème du Monde », écrit un philosophe anglais, prirent part à ce tournoi astronomique. Ce sont leurs exposés dont M. Paul Couderc publie une traduction. Le sujet, l'Evolution de l'Univers, n'était précis qu'en apparence, et chaque orateur sut faire rentrer dans ce cadre, l'objet de ses recherches personnelles. Aussi les divers exposés reflètent-ils de façon fidèle les préoccupations et la personnalité de leur auteur. Les aperçus nouveaux et les synthèses jaillissent avec abondance de ces quelques pages dont la lecture passionnera tous ceux qui s'intéressent quelque peu aux questions scientifiques.

J. B.

Nomo grammes à l'usage des chimistes, par Ernst Berl, traduit de l'allemand par C. Matignon. In-4°, Chimie et Industrie, 49, rue des Mathurins, Paris.

M. Ernst Berl a établi une série de tableaux qui permettent, le plus souvent par le simple tracé d'une droite, de résoudre un grand nombre de problèmes qui se posent journellement aux chimistes. En utilisant les coordonnées triangulaires de Gibbs, on peut, par exemple, à partir d'un acide azotique et d'un acide sulfurique de compositions données, déterminer sur le champ les proportions à prendre de chacune de ces matières premières pour obtenir un mélange de composition désirée. De même, à partir de minerais et de fondants de compositions connues, on peut, avec la même rapidité, obtenir les proportions relatives de ces produits qu'il convient de mettre en œuvre pour obtenir une scorie convenable. D'autres tableaux permettent de déterminer les points d'ébullition des carbures acycliques normaux, saturés sous une pression donnée, et inversement de déterminer des tensions à une température voulue connaissant un point d'ébullition, de calculer les tensions de vapeur des solutions et des gaz dans les conditions les plus variées, de connaître le poids de carbone d'après le volume du gaz carbonique, dans le dosage du carbone, etc...

Frappé de l'intérêt que ces tableaux et ces graphiques présentent pour les chimistes et de la perte de temps qu'ils leur éviteront, M. Camille Matignon a songé à donner une adaptation française du travail de M. Berl. Tous les chercheurs de laboratoire seront reconnaissants à M. Matignon du service qu'il leur rend et du désintéressement dont il a fait preuve en sacrifiant beaucoup de temps et de peine à une tâche un peu ingrate et fastidieuse, avec le seul souci d'être utile.

A. Bc.

L'Atomistique moderne et la chimie, par Haïssinsky. In-8° de 386 pages avec 47 figures. Doin, éditeur, Paris. — Prix : 110 francs.

Les recherches concernant la structure des atomes et la théorie des quanta, dont le développement, au cours des trente dernières années, a été si considérable, ont modifié profondément un grand nombre de nos conceptions concernant la matière et le rayonnement. Leur répercussion dans le domaine de la chimie pure a été extrêmement importante. Peu à peu, s'est élucidée l'énigme de la classification périodique. On assiste aujourd'hui à la naissance d'une véritable chimie mathématique dans laquelle les propriétés des éléments pourront peut-être quelque jour être traduites par des lois numériques rigoureuses. Il n'est plus possible à aucun chimiste de se désintéresser des recherches récentes concernant l'atomistique et des applications de plus en plus importantes que leurs résultats trouvent du côté chimique. L'ouvrage très clairement rédigé et très documenté, où M. Haïssinsky passe en revue toutes les questions relatives aux atomes, aux électrons, aux quanta, à l'isotopie, à la transformation des éléments, à la valence, à la magnétochimie, à la cristallochimie, à la photochimie, etc., leur facilitera cette initiation.

A. Bc.

Huit conférences de cancérologie, par MM. Béclère, Chalier, Magrou, de Nabias, Delherm, Lacassagne, Leclerq, Mme Simone Laborde (Conférences du dimanche du Centre Anticancéreux de Toulouse). In-8° de 228 pages, Masson, éditeur, Paris.

Faites au centre anticancéreux de Toulouse, sous la direction du professeur Ducuing, ces conférences, dont la première série est réunie dans le présent volume constituent un enseignement extrêmement riche. Chacun des auteurs les plus qualifiés, y expose et met au point sous une forme claire, concise, un des nombreux aspects du problème du cancer : la série de ces exposés représentant ainsi une vue panoramique des plus instructives.

Les questions de traitement y tiennent la place d'honneur et les problèmes de radiothérapie, de radiosensibilité des tissus y sont traités par M. Lacassagne et par Mme S. Laborde, avec la précision et la hauteur de vue qui caractérisent les travaux de ces auteurs. M. de Nabias s'attache à dégager les règles de conduite du traitement par le radium en concordance avec les données fournies par l'examen histologique. La chirurgie est représentée par un exposé lumineux de M. Chalier sur le traitement du cancer du rectum, mettant en évidence à la fois les difficultés techniques et les consolants résultats. L'aspect social de la question du cancer est souligné par M. Leclerq, qui étudie et met au point les rapports des traumatismes et du cancer.

Les renseignements précieux de l'exploration radiologique sont exposés, en ce qui concerne les tumeurs du médiastin et du poumon, par M. Delherm, qui condense en données précises et claires les notions de ce vaste chapitre de la sémiologie radiologique.

Enfin, M. Magrou élargissant le problème montre dans quelles conditions le monde végétal paie aussi son tribut au cancer et M. A. Beclère, traitant de la question connexe des fibromes fait un magistral exposé de la méthode radiothérapique que sa très longue expérience a mise au point et a rendue classique pour le plus grand bien des malades.

Il est impossible en un court compte rendu de donner une idée exacte de l'énorme intérêt de ce livre ; il n'est pas de doute que ses pages ne trouvent audience auprès de nombreux lecteurs.

Dr Didée.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 16 **71e ANNÉE** **26 AOUT 1933**

UNE LETTRE INÉDITE DE DESCARTES A HUYGENS

par Mme Paul TANNERY

Je tiens tout d'abord à remercier M. Edmond Regnault le distingué collectionneur versaillais, à l'extrême obligeance duquel je dois ce travail.

A la suite de la publication, en janvier dernier, d'une lettre inédite de *Torricelli* à Michel-Ange Ricci (1), M. Regnault voulut bien me signaler qu'il possédait une autre lettre de *Torricelli* (2) qu'il serait heureux de mettre à ma disposition s'il y avait lieu, ainsi que les divers documents qu'il possédait, ajoutant qu'il envisageait comme un devoir scientifique de faire connaître tout ce qui pouvait contribuer à élucider nos recherches.

M. Regnault prit la peine de copier lui-même la lettre que nous publions ci-après, écrite par Descartes à Huygens, seigneur de Zuilichem. J'ai cru intéressant de la faire suivre d'un commentaire dû à l'infatigable érudition du Prof. De Waard.

Monsieur,

Ie ne scay si ie dois craindre que l'escrit que vous avez désiré que ie vous envoyasse, ne vous aille trouver en mauvais temps et qu'il ne vous rencontre dans les affaires du partement de l'armee (3) ou plutost si i'en dois estre bien ayse à cause que vous aurez moins le loysir de prendre garde à ses deffaux. Vous verrez que i'y explique une invention si mal digeree et en laquelle j'ay laissé tant de choses à dire que sans l'ayde d'un esprit rare et qui ait plusieurs des qualités qui sont en toute perfection dans le vostre, ie n'oserais quasi iamais espérer qu'elle pust estre réduite en pratique. Mais i'ay desia appris par expérience que vous concevez si facilement les pensées d'autrui et scavez si ingénieusement redresser et corriger les manquements qui s'y trouvent que ie ne croy pas même vous devoir faire aucunes excuses pour les fautes qui sont dans les figures : car encore qu'il y en aurait beaucoup davantage et qu'elles ne seraient point du tout intelligibles, Monsieur Van Surck, qui veut prendre la peine d'en être le porteur et qui a vu les machines au naturel, vous pourrait aysément représenter par son discours ce qui a esté omis sur le papier. Et quand vous scaurez que les ayant donné à faire au peintre qu'on m'avait recommandé pour le plus capable de bien tracer un des sien qui fust en cette ville, il s'en est si mal acquité que Gillot (4) a espéré de le surpasser, ie m'assure que vous ne blasmerez pas tant ma négligence comme vous aurez pitié de mon peu d'adresse de ce que ie ne les ay sceu faire moy-mesme, et que cela ne vous empeschera pas de croire que ie suis,

Monsieur,

vostre très humble et
très obéissant serviteur,

d'Utrecht, ce 15/25 avril 1635.

DESCARTES.

au verso de la seconde page :

A Monsieur de Zuilicem,
à La Haye.

Vers 1626, tandis qu'il habitait encore Paris, Descartes s'était occupé, secondé par l'habile artisan Jean Ferrier, de la taille des verres hy-

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

perboliques, avec quelque succès semble-t-il (5). Quand il se fut fixé au Pays-Bas, dès le printemps 1629, il tenta vainement d'attirer Ferrier en Frise, ce qui fut le prétexte, ainsi que la machine à tailler le verre, d'une active correspondance entre eux, durant les années 1629 et 1630. En Hollande ainsi qu'en France la dioptrique intéressait vivement les curieux comme en témoignent les lettres échangées en 1629 entre Huygens et Golius, professeur de Mathématiques à Leyde (*a*). C'est à ce même Golius que Descartes envoya, en janvier 1632, le *Discours second* (de la Réfraction), de sa *Dioptrique* (6) et c'est chez Golius qu'eut lieu peu après la première rencontre de Descartes avec Huygens (7). A partir de cette époque nous retrouvons de nombreux témoignages d'estime et d'admiration réciproques dans les lettres adressées par les deux savants à leurs relations communes. Mais leur intimité et la correspondance échangée entre eux et qui se poursuivit jusqu'à la mort de Descartes, ne datent véritablement que de 1635 ; en cette même année Huygens séjourna à Amsterdam du 29 mars au 6 avril (8) ; il y vit Descartes à nouveau, introduit sans doute par un ami commun Anton Van Zurck, qui habitait alors la capitale hollandaise (9).

Selon diverses lettres de Descartes à Golius et à Huygens même, ce dernier entendit la lecture, durant trois matinées d'une partie de la *Dioptrique* (10), sans doute de celle qui traitait des moyens de parvenir à la construction des verres hyperboliques. Ce passage ne fut pas sans soulever des discussions, car dans une lettre postérieure Huygens écrivit à Descartes : « ie ne puis trouver sensible au tour l'inconvénient dont vous avez fait mention, en ce que les faultes du mousle doibvent causer autant de cercles dans le verre. Cela est très vray à part soy ; mais ie suis d'opinion que le mousle se peut tenir hors de faulte perceptible » (11). Il faut supposer que Huygens avait demandé à Descartes une figure avec description de la machine pour s'en pouvoir instruire.

Lors de son départ d'Utrecht, où il se trouvait le 16 avril (12), Descartes satisfit à cette prière en y joignant la lettre que nous publions ici pour la première fois. Elle se trouve être maintenant la première de la correspondance Huygens-Descartes : l'édition la plus complète de cette correspondance, celle de M. Roth, ne débutant que par la réponse de Huygens en date du 6 mai 1635 ; réponse qui commence par la phrase : « Ie ne suis point en peine de vous confesser que ie n'ay encor achevé de lire le peu de feuillets que vous avez daigné me communiquer (13) ». Les feuillets envoyés rendirent probablement service : grâce aux instances de Huygens de nouvelles tentatives pour la taille d'un verre furent entreprises avec l'assistance d'un tourneur, d'Amsterdam, au cours des années 1635 et 1636. Ajoutons que Descartes écrivit à Huygens le 11 juin 1636 : « que vous m'obligiés de me prester la figure de cette machine pour tailler les verres, que vous me permistes de vous envoyer l'esté passé, au moins si elle est encore en estre, car elle ne méritoit pas d'estre gardée, et si vous la jugés assés bien pour estre imitée par le graveur de mon libraire, comme il me semble vous avoir ouy dire... (14) » En effet, Huygens renvoya, le 15 juin 1636, ces figures (15), qui semblent bien être celles qu'on trouve à la fin de la *Dioptrique* (16).

En consultant la liste de la correspondance Huygens-Descartes dans son état original (17), il semble que cette lettre ait été détachée depuis longtemps de la collection : elle ne fit pas partie du lot vendu, en 1825, chez Sotheby à Londres, et M. Roth ne l'a pas connue. Elle fait actuellement partie de la collection de M. Regnault à Versailles, qui l'a achetée en 1917 à l'expert Charavay ; elle figure sous le n° 83.456 dans le catalogue 483.

(*a*) Jean Gillot, fils de protestants réfugiés aux Pays-Bas, après avoir été, au début de 1633, au service de De Wilhem, beau-frère de Huygens, devint bientôt l'assistant de Descartes. Dans sa lettre à Huygens du 9 mars 1638, Descartes l'appela « le premier et presque le seul disciple que i'ay iamais eu et le meilleur esprit pour les Mathématiques ». En 1640, Gillot entra au service du roi de Portugal.

(1) *Revue Scientifique*, 28 janvier 1933, p. 33-38 et *Archeion*, t. XIV, n° 1, pp. 13-14.

(2) Cette lettre a été publiée par Gino Loria dans : *Œuvres de Torricelli*.

(3) Il arrivait fréquemment à Huygens de suivre cette armée en sa qualité de secrétaire du prince d'Orange.

(4) Cf. notre édition de la *Correspondance de Mersenne* I, 1933, pp. 298-299, 404-415, 42--421, 423-425, et 617-618.

(5) *De Briefwisseling van Const. Huygens*, éd. Worp, vol. I, 1911, pp. 259-260, 261, 263 et 271.

(6) *Œuvres de Descartes*, t. 1, 1897, pp. 234, 235.

(7) Lettre de Huygens à Golius du 7 avril 1632 : *Œuvres*, t. XII, 1910, p. 195.

(8) *Dagboek van Const. Huygens*, éd. Unger Amsterdam 1885, p. 26.

(9) Cf. *Œuvres de Descartes*, t. I, 1897, pp. 268-269.

(10) Id., p. 315, l, 7-9 et p. 329, l. 1-17.

(11) Id. Lettre du 28 octobre 1635, pp. 326-327.

(12) Date à laquelle Descartes écrivit à Golius (*Œuvres*, t. I, 1897, p. 314).

(13) *Correspondance of Descartes and Constantyn Huygens*, 1635-1647 ; Oxford, 1926, p. 1.

(14) Id., p. 20.

(15) Id., p. 21 ou *Œuvres de Descartes*, t. I, 1897, p. 343.

(16) Ed. de 1637, pp. 144 et 147 ou *Œuvres*, t. VI, 1902, pp. 218 et 221.

(17) Cf. Ed. citée de M. Roth, p. LV, de l'Introduction.

LA COLORATION DES OS DANS LE SOL

LE BOUILLAGE DES CADAVRES AU MOYEN-AGE

L'INCINÉRATION ET SES PHÉNOMÈNES

par L. FRANCHET

Préliminaire.

Dans l'étude dont j'expose aujourd'hui les premiers résultats, j'examinerai les points suivants :

I. *Os colorés par contact avec les éléments minéraux du sol ;*

II. *Os colorés en bleu de ciel et en vert par le phosphate de fer ;*

III. *Os colorés en brun, en bleu indigo, en bleu-gris et en noir par les composés humiques du sol ;*

IV. *Os colorés en rouge et en vert en raison de rites funéraires ;*

V. *Incinération. Ses effets sur les os.*

VI. *Conclusions.*

Les recherches que je poursuis depuis plusieurs années sur les diverses colorations que prennent les os dans le sol, ont fait l'objet d'une première Note que j'ai publiée en 1924 dans la *Revue anthropologique* (1), publication trop prématurée faite sur les instances de plusieurs préhistoriens qui, ayant vu ma collection d'os, naissante alors, m'avaient vivement pressé de faire connaître mes premières observations sur une question qui intéresse particulièrement la préhistoire. Peu après la publication de cette Note sommaire, je vis que certains points demandaient une étude plus approfondie ; en outre, je n'avais parlé que des colorations bleue et verte dues à la présence du phosphate de fer, et, suivant une opinion généralement admise, j'avais attribué le bleu des os à la *Vivianite*.

Il y avait encore deux autres bleus, le bleu indigo et le bleu-gris que j'avais reconnus en 1925 être de nature très différente à celui dû au phosphate de fer ; mais je ne pouvais alors entreprendre leur étude, car je les connaissais surtout par des échantillons de Musées dont je ne pouvais disposer, notamment par les dents de *Dinotherium* et de *Mastodon* trouvés en 1866 à Thenay, par l'abbé Bourgeois.

J'ai, en outre, été retardé, dans la publication de ce nouveau travail par suite, d'abord, de l'intervention du regretté Dr Variot qui, en 1929 crut, à tort, et voulut prouver, que j'avais fait une erreur en disant que le bleu que j'avais décit en 1924 était dû au phosphate de fer. Malheureusement, pour démontrer ma prétendue erreur, non seulement M. Variot n'a tenu aucun compte des nombreuses publications parues sur cette question depuis 1928, mais, ce qui est plus grave, il a pris l'une pour l'autre deux couleurs complètement différentes comme ton, comme formation et comme composition chimique. Dans le cours de cette étude, je discuterai son travail fait en collaboration avec le Professeur Lavialle, de Nancy.

Enfin, j'ai été amené à rechercher les causes de certaines colorations dues au cuivre, au sujet de la découverte des sépultures des Rois de Navarre dont l'identification a fait l'objet d'un très remarquable travail d'anatomie du Professeur Anthony, du Muséum.

*
* *

Au cours des dix dernières années, j'ai pu réunir une intéressante collection d'os colorés, qui me permet aujourd'hui de publier uniquement des documents de provenance certaine, trouvés dans des gisements bien déterminés.

Outre les échantillons trouvés par moi dans mes propres fouilles, j'en dois aussi à plusieurs géologues et préhistoriens auxquels j'exprime ici toute ma reconnaissance, particulièrement au regretté Hubert, Conservateur du Musée de Saint-Germain qui m'a donné d'intéressants spécimens d'os provenant des grottes sépulcrales de la Vallée du Morin ; au Professeur Pittard, de l'Université de Genève qui m'a donné des os des Palafittes du lac de Neuchâtel qui m'intéressait spécialement en raison de la composition de ses eaux ; à M. l'abbé Favret qui m'a remis des spécimens trouvés dans ses belles fouilles du cimetière mérovingien des Jogasses, à Epernay ; à M. l'abbé Hémonée, Conservateur du Musée d'art religieux, de Blois, os de la région Beauceronne ; au P. Teilhard de Chardin qui m'a donné des os et des dents recueillis par lui à

(1) *Sur la coloration bleue et verte des os.*

Ordos, en Mongolie, documents qui me furent très précieux, car ils m'ont permis de suivre les différentes phases du développement du bleu indigo ; à M. l'abbé Breuil, Professeur au Collège de France, auquel je dois des os de diverses localités : tourbières de la Somme, Dordogne, Espagne, Ecosse, Chine (gisement de Sinanthropus). A ces noms, je dois ajouter celui de deux préhistoriens, les frères Catelan qui m'ont donné une belle série d'os provenant de leurs fouilles dans les sépultures énéolithiques à incinérations, documents très remarquables en tous points et particulièrement par la contribution qu'ils ont apportée à mes recherches sur l'incinération des os et sur le bleu dû au phosphate de fer, ainsi que sur certains rites funéraires.

*
* *

Les colorations que possèdent certains os que nous trouvons dans le sol proviennent de causes très diverses, mais toujours intimement liées à la composition chimique du milieu et à son degré d'hydratation, sauf, bien entendu, en ce qui concerne les colorations dues aux rites funéraires.

Les causes de colorations proviennent : les unes d'un dépôt à la surface de l'os d'oxydes métalliques ou bien d'un simple contact avec ceux-ci, ou encore, cas particulier, d'une végétation cryptogamique, mais qui est destructible s'il survient des modifications dans le milieu (humidité, obscurité, lumière) ;

D'autres proviennent d'une imprégnation de la matière osseuse par les composés humiques, les colorations pouvant passer du brun au noir, dans le cas de formation d'humates, et non pas, à mon avis sous l'influence d'une carbonisation spontanée, de l'osséine que je crois irréalisable, comme je le montrerai ; d'autres enfin, par suite de la formation, dans le tissu osseux d'un composé ferrugineux à un état inférieur d'oxydation. Dans ce cas, la couleur n'apparaît que par un passage à un état supérieur, par une action thermique.

Tous les cas de coloration que je viens de citer sont les seuls dûs à des causes naturelles. Les autres provenant de causes artificielles.

I

Os colorés par contact avec les éléments minéraux du sol.

Le tissu osseux peut absorber, grâce à sa porosité, les matières colorantes en dissolution dans le sol et en être pénétré plus ou moins profondément, mais en dehors des matières humiques, la pénétration est, en ce qui concerne les matières minérales, généralement très faible : dans la presque totalité des cas elle reste superficielle. Le tissu se laisse également traverser par les éléments colloïdaux qui lui communiquent leur coloration.

Les colorations que l'on rencontre communément sont le jaune, le jaune-orangé, le rouge brun et quelquefois le rouge pourpre. Toutes sont dues aux oxydes de fer à divers états d'hydratation. Le ton peut être plus ou moins modifié par des teneurs variables en oxyde de manganèse, particulièrement lorsque l'os a séjourné dans l'argile à silex.

Le violet n'est *jamais dû*, contrairement à une opinion trop souvent émise, à l'oxyde de manganèse mais toujours à une végétation cryptogamique (1).

Lorsque l'oxyde de manganèse se dépose sur un os, il se manifeste généralement sous forme de taches ou de dentrites très noires (pyrolusite ou acerdèse).

Lorsqu'un os coloré en jaune par du peroxyde de fer hydraté, est chauffé en feu oxydant jusqu'à disparition de l'osséine, la couleur passe au rouge ou au brun-rouge par suite de la déshydratation du peroxde. Chauffé en feu réducteur, celui-ci passe à un état inférieur d'oxydation et devient noir.

L'ivoire se colore beaucoup plus difficilement que la matière osseuse, par contact avec les oxydes métalliques du sol.

Par contre, on observe fréquemment dans l'ivoire fossile des inclusions rouges, d'oxyde de fer ou noires d'oxyde de manganèse (j'en ai trouvé de beaux exemples à Thenay, dans l'Helvétien). Ces oxydes, à l'état colloïdal, dilués dans l'eau s'introduisent peu à peu, dans les fissures ou entre les lames, et s'y déposent en taches ou en dendrites.

Cette intromission est rendue possible dans l'ivoire fossile en raison de la disparition progressive de l'osséine, qui détermine une véritable dislocation de la masse osseuse. Tant que l'ivoire (il en est de même pour les os) reste dans le sol humide, il semble être intact, mais exposé à l'air, il se déshydrate, se dessèche, ne possède plus aucune cohésion et souvent s'effrite spontanément (fig. 1). C'est ce qui fait que l'ivoire fossile, dès qu'il a perdu son eau d'hydratation, ne peut plus être travaillé comme l'ivoire frais contenant toute son osséine.

(1) L'oxyde de manganèse ne donne un ton violet qu'en présence de certains corps, par exemple lorsqu'il est fondu avec le borate de soude ; fondu avec le carbonate de soude ou l'azote de potasse, il donne un ton vert.

II

Os colorés en bleu-ciel et en vert par le phosphate de fer.

Les os colorés en *bleu-ciel* ont fait l'objet depuis trois siècles de nombreuses observations et une copieuse littérature leur a été consacrée par les géologues qui, dès l'origine, n'ont accordé d'attention qu'à l'ivoire fossile bleu qu'ils ont assimilé à la Turquoise et que l'on a nommé *turquoise de nouvelle roche* par opposition à la véritable turquoise qui fut désignée sous le nom de *turquoise de vieille roche*.

C'est seulement en 1807 que Bouillon-Lagrange ayant analysé l'ivoire bleu reconnut qu'il devait sa coloration non pas au cuivre, comme on l'avait cru jusqu'alors, mais au phosphate de fer, et en 1818, Fisher, dans son *Essai sur les Turquoises*, considérant la *turquoise de nouvelle roche* comme une espèce minérale, la classa sous le nom d'*Odontholite*, qui subsista jusqu'au XX^e^ siècle.

Quant à la coloration verte nous verrons que le colorant est le même ; le phosphate de fer, mais sous une de ses modifications.

Les recherches provoquées par la question des os bleus, depuis 1628, paraissent aujourd'hui singulièrement oubliées par les chercheurs actuels, c'est pourquoi, je crois indispensable d'en retracer rapidement un historique.

Historique

Je commencerai par rappeler, pour mémoire, que les os bleus semblent avoir déjà préoccupé les anciens.

Théophraste a-t-il connu, au IV^e^ siècle avant Jésus-Christ, les os bleu-ciel ? On pourrait le croire si on s'en tenait, sans analyse, à la traduction du petit Traité que nous a laissé cet auteur, sur les *Pierres précieuses*, publié en 1746 par l'Anglais Hill. D'après ce traducteur, le philosophe grec parle de l'ivoire fossile qui paraît marbré de points noirs et bleuâtres et de saphir foncé. Or, cette description paraît s'adapter parfaitement, non pas au bleu-ciel dû au phosphate de fer, mais au bleu indigo dû à une carbonisation *ignée* et non pas *spontanée* de l'osséine,

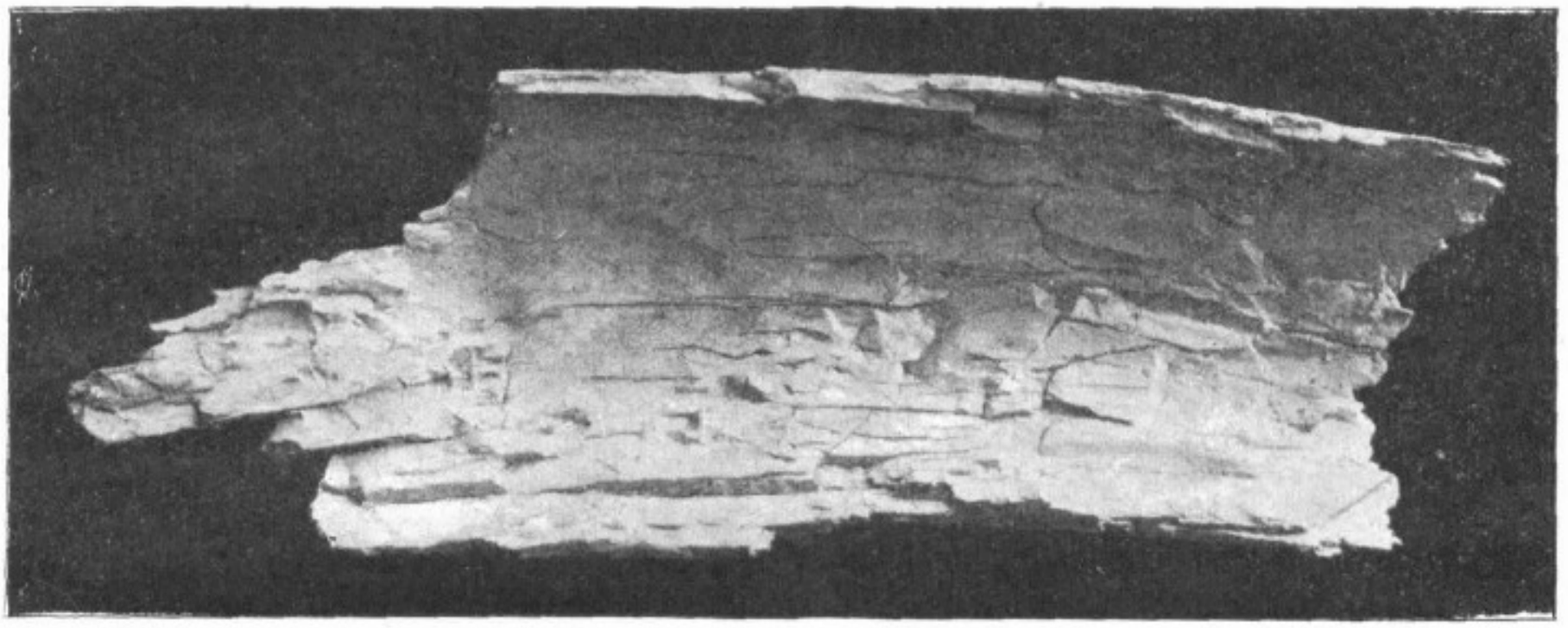


Fig. 1. — Fragment de défense d'Eléphant fossile (ballastière de Gennevilliers) ayant perdu son osséine et montrant la désagrégation qui précède l'effritement total.

comme me l'ont montré mes propres expériences ainsi que je le ferai voir dans la 5^e^ partie de ce travail.

Du reste, la question de savoir si les Grecs et les Romains ont connu les os bleus, n'offre qu'un intérêt très relatif. En tous les cas, ils étaient connus en Perse et en Turquie, depuis fort longtemps, sans doute, lorsque les voyageurs qui ont visité ces contrées les mentionnèrent dans leurs récits : Chardin, en 1711, Tavernier, en 1713, Gemelli Carreri, en 1719.

La similitude de coloration entre les os bleu-ciel et la turquoise incita de bonne heure les savants à faire l'étude de l'ivoire coloré en bleu.

La première publication sur ce sujet date de 1628 ; nous la devons à Guy de La Brosse, médecin de Louis XIII.

C'est à cette date, en effet, que, premier Intendant du Jardin des Plantes, il publia son ouvrage : *De la Nature, vertus et utilité des Plantes et dessin du Jardin royal de Médecine*, dans lequel, p. 421, il s'exprime ainsi : « ... *c'est une pierre en figure comme la corne, de consistance de pierre qui, mise par degré dans le feu, donne la vraie turquoise ; elle est nommée licorne minérale parce qu'elle ressemble à la corne d'un animal et qu'elle est singulière contre toutes sortes de venins.* » Il nomme la licorne, la *mère des turquoises*.

Guy de La Brosse a donc fait son expérience

sur un fragment de défense fossile de Narval ou peut-être, plus simplement, d'Eléphant.

Fig. 2. — Guy de la Brosse, 1586-1641. — Le premier auteur qui, en 1628, signala dans une publication, le bleuissement des os après chauffage.

A partir de Guy de La Brosse, nombreux sont les savants qui s'occupèrent dés os bleus. Je me bornerai à en citer quelques-uns, dans l'espoir que certains chercheurs actuels verront que la question n'est pas nouvelle, comme ils le croient ou feignent de le croire.

1715. — Réaumur (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*, 1715), se livre à des recherches dont le retentissement fut si grand qu'aujourd'hui encore le célèbre encyclopédiste passe pour avoir découvert que les os anciens se changeaient en turquoises lorsqu'ils ont été chauffés et que, par conséquent, la vraie turquoise posséderait une origine animale. Cette erreur avait été publiée 87 ans auparavant par Guy de La Brosse.

Les recherches de Réaumur eurent comme point de départ une étude sur des os fossiles venant du Languedoc. Répétant l'expérience de Guy de La Brosse, il les soumet à l'action du feu et voit qu'ils se colorent en bleu. En calcinant des dents fossiles, il constate « qu'en général, il n'y a que la partie osseuse (1) de ces dents qui devienne turquoise, l'émail ne se convertit pas ».

En 1712, une caverne renfermant des ossements fut découverte à Haux (Gironde). L'Académie de Bordeaux chargea Sarrau de Vézis de lui adresser un rapport à ce sujet. Lorsque, trois ans plus tard, Réaumur eût publié son travail, de Vézis répéta l'expérience du chauffage des os et ceux-ci se colorèrent en bleu.

A partir de 1715, tous les auteurs qui ont abordé cette question des turquoises artificielles, dites *turquoises de nouvelle roche*, n'ont fait que citer les observations de Réaumur et parfois, mais bien rarement, celles de Guy de La Brosse.

1716. — Hill, dans son *Commentaire sur Théophraste*, mentionne les observations de l'auteur grec sur les os bleus.

1747. — Mortimer (*Philosophical Transactions*, tome XLIV), au sujet du *Commentaire* de Hill, émet l'hypothèse que les turquoises (os et ivoire), ont pu être colorées par le fer, hypothèse dont Bouillon-Lagrange devait, en 1807, montrer, par l'analyse, la réalité.

1750. — Linné (*Systema naturæ*), signale les dents bleues, *zoolithi*, *denticuli viridi cærulei*.

1753. — Wallerius (*Minéralogie*, tome II), ne parle pas de l'action du feu : *Petrificata animalia dentum quadrupedum nitorem et folituram gemmeam admittentia*.

1760. — Henckel (*Œuvres. De l'origine des pierres*), rappelle l'os bleu signalé par Théophraste ; il cite un « certain Guy de la Brosse » qui a parlé de la turquoise « qu'il compare à la corne d'un animal de consistance de pierre et qui, mise par degré dans le feu, donne la vraie turquoise ». Il rappelle brièvement les expériences de Réaumur.

1762. — Valmont de Bomare (*Minéralogie*, tome II), cite, dans sa liste des os fossiles, les dents, *odontopetræ*, qu'il appelle « mère des turquoises », évidemment d'après Guy de la Brosse.

1763. — Bertrand (*Dictionnaire universel des fossiles*). La turquoise est, dit-il, une espèce de *Busonite* ou de dent molaire pétrifiée. Il cite Réaumur.

1784. — Sage (*Description méthodique du Cabinet de l'Ecole royale des Mines*), mentionne la turquoise (matière osseuse qui doit sa couleur bleue à l'azur de cuivre », puis un autre échantillon « dont une partie a passé à la couleur verte ». J'ai vu, en effet, jadis, ces dents bleues et vertes dans une vitrine du Musée de l'Ecole des Mines : c'était bien le bleu si particulier du phosphate de fer, mais certaines dents colorées en vert foncé m'ont paru devoir nettement cette couleur au contact avec le cuivre.

Cette question serait à revoir ; en tous les cas ces échantillons ne figurent plus dans la vitrine du Musée, avec raison du reste, puisqu'ils ne constituent nullement une espèce minérale.

Sage, dans ses « *Eléments de Minéralogie docimasique* (2e édit., 1788) » rappelle seulement les observations de Réaumur.

(1) Ivoire et cément.

1784. — Bergman (*Manuel du Minéralogiste ou Sciagraphie du règne minéral*, 1re édition), considère la turquoise comme « des os et des dents imprégnés de chaux de cuivre » (oxyde de cuivre).

1787. — Buffon (*Histoire naturelle des Minéraux*, t. VII de l'édit. in-12), dans son grand ouvrage de compilation sur les minéraux, s'étend longuement sur la question des turquoises. Son travail s'appuie surtout sur les expériences de Réaumur, mais, rendons-lui cette justice, qu'il cite également Guy de La Brosse, trop souvent oublié. Il partage l'opinion de Mortimer que le colorant bleu est peut-être dû au fer.

1807. — Bouillon-Lagrange (1) (*Annales de Chimie*, t. 59), apporte une contribution considérable à l'étude des os bleus en faisant de ceux-ci une analyse qui démontre enfin que le colorant bleu est dû, *non pas au cuivre*, comme on l'a dit jusqu'alors, *mais au phosphate de fer*.

L'analyse lui a donné :

Phosphate de chaux	80
Phosphate de magnésie	2
Phosphate de fer	2
Carbonate de chaux	8
Alumine	1,5
Eau et perte	6

1807. — Brongniart (*Minéralogie*, tome II, page 224), attribue, suivant les idées admises, la coloration bleue des os, au cuivre, mais alors que son ouvrage allait paraître, il apprend la découverte de Bouillon-Lagrange, de sorte qu'à la fin de l'ouvrage, page 403, il peut apporter une rectification et dire que le colorant est non pas le cuivre, mais le phosphate de fer.

1818. — Fischer (*Essai sur les turquoises* publié dans les *Annales des Mines*, tome VIII), établit deux variétés de turquoises : 1° la *Calaïte*, turquoise orientale de vieille roche ; 2° l'*Odontolithe*, turquoise occidentale ou osseuse. Fischer faisait donc, comme je l'ai dit déjà, de l'os coloré en bleu, une espèce minérale.

1833. — D'Homalius d'Halloy (*Introduction à la Géologie*), ignorant encore l'analyse de Bouillon-Lagrange, reproduite cependant de la *Minéralogie* de Brongniart, attribue toujours la coloration bleue des dents de Mastodonte aux sels de cuivre.

Je crois avoir suffisamment montré, par ces citations que la question des os bleus est étudiée depuis trois siècles et que la nature du colorant, le phosphate de fer, est connue depuis longtemps, contrairement à ce qu'a pensé le Dr Variot, en 1929 et d'autres chercheurs, en 1933.

(1) E.-J.-B. Bouillon-Lagrange, docteur en médecine, était Professeur à l'Ecole de Pharmacie et au Lycée Napoléon, membre du jury d'instruction de l'Ecole impériale vétérinaire d'Alfort.

Un certain nombre des auteurs que je viens de citer signalent un phénomène particulier aux os bleus : la décoloration ou le passage au vert lorsqu'ils sont soumis à une température élevée ou simplement par l'action du temps.

Bergman, Buffon, Henckel disent qu'il y a décoloration ; Wallerius, Sage qu'il y a passage au vert.

Les auteurs qui ont prétendu que le bleu disparaissait ou se transformait *sous l'action du temps* ont fait erreur.

Ceux qui ont dit que la transformation se faisait sous l'action de la chaleur ont raison et j'en donnerai l'explication lorsque je parlerai de la formation du bleu par action thermique.

Les os deviennent-ils bleus de ciel ou verts spontanément dans le sol ?

Les os et les dents colorés en bleu de ciel ou en vert passent encore aujourd'hui, auprès de certains auteurs pour se rencontrer, spontanément dans le sol avec la même coloration bleue de même origine et de même formation que celle que j'étudie ici.

En réalité, le bleu qui peut *se déposer* ou se former sur ou dans le tissu osseux, n'est pas le même que celui qui se manifeste par réaction thermique puisque leurs propriétés sont différentes, comme nous le verrons.

En 1926, j'ai entrepris des recherches, en vue d'une vérification indispensable. Depuis cette époque, j'ai examiné cinq cas d'os bleus trouvés dans le sol. Sur ces cinq cas, quatre provenaient de stations préhistoriques et un d'une couche géologique.

La légende des os bleus que l'on a prétendu se trouver assez fréquemment dans certains sols, a été accréditée, surtout, je crois, par les voyageurs qui visitèrent la Perse dans la seconde moitié du XVIIe siècle, notamment par Chardin et Gemelli Carreri, dont les récits de voyage eurent un grand retentissement. Ces voyageurs citent, en effet, de prétendus gisements de *turquoises de nouvelle roche* dont ils n'ont connu l'existence que par des récits locaux, et, par conséquent, d'une véracité douteuse.

Mais, ce qu'il est permis de croire, c'est que ces prétendues mines étaient peut-être des gisements d'os fossiles que les bijoutiers persans bleuissaient au feu (Chardin était le fils d'un bijoutier de la Place Dauphine, à Paris, et bijoutier lui-même, fournisseur du Schah de Perse).

Examinons les cinq cas, dont j'ai parlé tout à l'heure, à la lumière des faits :

1° *Os de Gargas.* — En 1924, dans mon premier travail sur les os bleus, j'ai signalé un os

coloré en bleu-vert provenant de la Grotte de Gargas (Hautes-Pyrénées). Il avait été trouvé dans une couche aurignacienne dans un magma d'ossements, de pierres calcaires et de silex. J'avais pensé alors, que sa coloration était spontanée en raison de sa position dans le gisement. En ayant repris l'étude postérieurement à ma publication, je vis que cet os avait subi l'action du feu. J'en fis part à M. Breuil qui me l'avait communiqué et qui me dit alors que les foyers étaient nombreux dans ce gisement.

Cet os doit donc réellement sa coloration bleu-vert au feu et je puis ajouter, avec certitude, que, lorsqu'il fut en contact avec le feu, il avait déjà sépourné un certain temps dans le sol (qui était calcaire).

Mes propres expériences et de nombreuses observations me permettent d'affirmer qu'il n'a pas été mis dans un feu vif, mais qu'il est resté plusieurs jours dans les cendres très chaudes d'un foyer, toutefois, sur une des faces, un charbon ardent a pris contact et a fait sauter un éclat formant une petite cupule.

L'os séjournant dans les cendres chaudes, l'osséine s'est détruite lentement par combustion et le tissu osseux s'est contracté, acquérant ainsi une grande dureté.

Ce principe semble avoir reçu une application industrielle au paléolithique, comme nous allons le voir.

2° *Os bleus-verts de la Grotte du Placard (Charente).* — Voici encore un exemple d'os bleus trouvés dans le sol, exemple très curieux qui, à ma connaissance n'a jamais encore été signalé et qui nous apporte un éclaircissement intéressant sur un point de technique paléolithique dans le travail et l'emploi des os.

Au cours de mes recherches sur les os d'équidés utilisés comme écorçoirs dans les régions forestières, en France, en Belgique, etc., j'avais observé sur eux une teinte bleu-vert qui me révéla la technique de préparation de ces outils, technique que j'ai décrite (1).

Je songeai alors à examiner l'outillage paléolithique en os. Grâce à l'amabilité de M. Breuil, je pus étudier une belle série d'outils (poinçons, ciseaux, etc.), à l'Institut de Paléontologie humaine.

Je constatai alors que la presque totalité des os travaillés de la couche magdalénienne de la Grotte du Placard, sur lesquels se porta principalement mon attention, en raison de leur nombre et de leur variété, possédaient un ton bleu-vert.

M. Breuil m'en ayant remis quelques spécimens en vue d'une étude, je fis les observations suivantes.

Ces os ne présentent pas une très grande dureté, mais ont perdu persque toute leur osséine, ce qui indique une action ignée certaine. On sait, en effet, depuis les mémorables travaux d'Adolphe Carnot sur la composition des os, que l'osséine existe encore (sauf peut-être de rares exceptions conditionnées par le milieu), dans les os fossiles en quantité appréciable (1). J'ai moi-même constaté sa présence dans des os d'époques secondaire et tertiaire.

Ce petit outillage magdalénien n'a évidemment pas subi une forte calcination et il apparaît que cette opération a été pratiquée par une technique analogue à celle qui fut employée pour la préparation des écorçoirs, que j'ai décrite :

1° L'os était façonné à l'état frais et enfoui soit dans la terre, soit, comme en Beauce, dans une fourmilière pour le débarrasser entièrement des débris organiques ; 2° il était ensuite mis dans les cendres chaudes du foyer, pour détruire les matières grasses. Le sol de la région étant calcaire, l'os était donc normalement coloré en bleu ou en bleu-vert par la calcination.

Cette cuisson de l'os était nécessaire *pour les os frais*, car ceux-ci, lorsque les matières grasses n'ont pas été éliminées, se couvrent rapidement de moisissures et, d'autre part, sont d'un emploi parfois difficile parce que, la chaleur de la main aidant, la graisse les rend glissants. Mais, pour un outillage aussi petit que celui de la Grotte du Placard, on peut, à la cuisson, substituer un enfouissement dans le sol, assez prolongé pour amener une décomposition des matières grasses, sinon totale, du moins suffisante pour rendre l'outil utilisable.

C'est pourquoi, on ne doit pas s'attendre à ne trouver, dans l'outillage paléolithique que des objets bleus ou bleus-verts : j'en ai vu un grand nombre qui ne possédaient aucune trace de cuisson, ni la moindre coloration.

3° *Os bleus de la Grotte sépulcrale du Perpetairi* (Drôme). — En 1914, deux préhistoriens, MM. Auguste et Louis Catelan, ont fouillé une nécropole énéolithique au lieu dit Perpetairi, à Mollans (Drôme). Ils observèrent plusieurs couches, contenant des os incinérés, et dont je donnerai plus loin une description détaillée en raison de son importance capitale pour l'étude des phénomènes dûs à l'incinération.

Parmi ces os incinérés que MM. Catelan eurent l'amabilité de me communiquer, il y avait des os d'un bleu très vif que les fouilleurs pensèrent avoir été colorés par une lamelle de cui-

(1) L. Franchet. — *Etude d'ethnographie agricole. Les survivances préhistoriques. Revue Scientifique*, du 12 septembre 1931, page 521.

(1) Carnot a remarqué que certains des nombreux os fossiles qu'il a étudiés devenaient verdâtres ou bleuâtres par calcination. Il se borne simplement à rappeler que cette dernière coloration « devait être attribuée au phosphate de fer ».

vre trouvée dans la fouille. Or, le contact du cuivre n'aurait pas donné une coloration bleu de ciel, comme dans le cas présent (bleu ne virant nullement au vert comme l'ont dit, par erreur, plusieurs auteurs), mais aurait donné une coloration vert-émeraude très nette. En outre, l'analyse de ce bleu n'a pas révélé la moindre trace de cuivre.

Ce bleu est donc dû uniquement au phosphate de fer sous l'action du feu sur les os, mais, point extrêmement important, sur les os *qui avaient déjà subi une inhumation prolongée dans un sol calcaire*, sans quoi le bleu ne se fût pas développé.

En un mot, suivant un rite funéraire déjà connu, les os avaient été inhumés, puis exhumés et enfin incinérés.

4° *Os bleus de ciel de Chou-Kou-Tien* (*Chine*). — M. l'abbé Breuil qui a visité, en 1931, le gisement de Chou-Kou-Tien où ont été découverts les restes d'un hominien, *Sinanthropus Pekinensis*, a rapporté des spécimens de brèche dans laquelle se trouvaient de nombreux débris d'os colorés en bleu de ciel très vif, qu'il m'a communiqués.

Au-dessus d'un foyer de 7 mètres d'épaisseur se trouve « une brèche dure dont la base a empâté des éléments provenant du délavage de la partie inférieure de cet amas ; elle est pétrie d'ossements brûlés et bleuis, d'éclats de quartz taillés ; il a été trouvé aussi du charbon de bois (1). »

Les os engagés dans la brèche comprennent, non seulement, des os bleus dont la coloration indique une séjour assez prolongé dans le sol calcaire antérieurement à leur incinération, mais aussi de nombreux os parmi lesquels on peut observer tous les colorations dues à la cuisson : brun, noir, gris et blancs, mais sans aucune trace de bleu en ce qui concerne cette seconde catégorie. Par conséquent, ces os ont évidemment été jetés ça et là par les hommes qui ont allumé le foyer, os frais n'ayant pas été enfouis dans le sol calcaire.

Autrement dit, le foyer a été allumé sur un emplacement qui avait été occupé antérieurement, comme la preuve en est fournie par les os bleus qui sont les plus anciens.

Je citerai encore, pour mémoire, un fait que je n'ai pu vérifier moi-même, mais qui m'a été signalé en août 1924 (4 mois après la publication de mon premier mémoire) par le regretté abbé Labrie dont on connaît les intéressantes fouilles effectuées dans le département de la Gironde. En 1912, il avait observé, dans une fouille faite à Ladame, une coloration bleue sur deux os qui avaient été incinérés, os que, malheureusement, il n'avait pas conservés.

5° *Os bleus d'Eymet* (*Dordogne*). — Au cours de recherches géologiques, M. Vasseur a trouvé naguère près d'Eymet, dans les conglomérats calcaires sannoisiens, des ossements fossiles, de tortues principalement. J'ai pu m'en procurer quelques petits fragments près du Professeur Repelin grâce à l'aimable intermédiaire de M. Denizot, de la Faculté des Sciences de Marseille. Ces os présentaient un intérêt particulier, puisqu'ils avaient été trouvés en place dans un sol d'âge tertiaire et que l'intervention de l'homme était, vu les conditions du gisement, tout à fait inadmissible.

En raison de la petitesse des fragments que j'ai eus entre les mains, je n'ai pu faire qu'une étude quelque peu sommaire. Toutefois, j'ai pu voir que le bleu, lorsque je le chauffais, disparaissait au rouge et passait au brun, ce que je n'ai jamais constaté avec les os qui se colorent par un traitement thermique et qui ne passent à un ton verdâtre que lorsque s'opère la vitrification.

Je considère donc les os d'Eymet comme étant de même ordre que ceux qui, depuis plus de 150 ans, ont été signalés en diverses stations, notamment dans le Gers et dans le Tarn.

A Eymet, comme dans ces localités, il y a eu, *formation de Vivianite*, qui se trouve *mélangée* au tissu osseux et *non pas combinée*.

La Vivianite est un phosphate de fer qui est très commun dans la nature. On le trouve sous diverses couleurs, bleu-indigo, bleu-clair, bleu-gris, etc., soit à l'état cristallisé, soit à l'état pulvérulent : sur les os, les dents, les vieilles poteries, toutes matières poreuses, même des végétaux. En tous les cas, la Vivianite se trouve particulièrement, et je crois même exclusivement, en milieu calcaire.

Quoi qu'il en soit, cette catégorie d'os colorés spontanément par la Vivianite ne peut être assimilée à celle qui englobe tous les os et les dents qui ne deviennent bleus que lorsqu'ils sont soumis à la chaleur et qui, par conséquent, ne peuvent constituer une espèce minérale particulière comme l'avait cru Fischer en 1818, lorsqu'il créa son *Odontolithe*.

Conditions que doivent remplir les os pour devenir bleus de ciel ou verts

Au cours de mes recherches sur le bleuissement des os par oxydation thermique (en opérant, bien entendu, à la même température et dans les mêmes conditions de chauffage), j'avais constaté d'abord que si certains d'entre eux acquéraient une coloration bleue ou verte très vive, d'autres n'étaient que légèrement colorés ; enfin, une troisième catégorie ne présentait aucune coloration.

(1) Breuil. — *Le gisement du Sinanthropus à Chou Kou Tien (Chine)*. *Revue Scientifique* du 26 mars 1932, page 171.

En outre, les colorations les plus vives et les plus constantes s'observaient sur les dents et les défenses.

On a cru longtemps, et cette croyance est encore admise par certains auteurs, que tous les os susceptibles de devenir bleus avaient séjourné dans des sols ferrugineux.

J'ai tenté de mettre au point ces diverses questions.

Les recherches que j'ai effectuées pour trouver l'origine de ces différents phénomènes, m'ont conduit à reconnaître que les os qui avaient séjourné dans les *sols calcaires* possédant un certain degré d'humidité, ou dans des *eaux renfermant de l'acide carbonique*, se coloraient toujours en bleu par une action thermique.

Au contraire, ceux qui avaient séjourné dans un sol exclusivement siliceux, quel que soit son état d'hydratation, et à l'abri de tout contact avec l'acide carbonique ne se coloraient pas.

J'ai cité plus haut plusieurs exemples d'os trouvés dans le sol à l'état bleu, or, tous avaient été soumis au feu et provenaient de *sols calcaires*.

J'ai donc recherché si des os trouvés blancs, jaunâtres ou colorés en brun par les matières humiques (os anciens et modernes), trouvés en sol calcaire et dans des lieux très différents donneraient une coloration bleue par oxydation thermique. J'ai étudié ensuite des os trouvés en terrain siliceux.

Os provenant de sols calcaires

Mon étude a porté sur une cinquantaine de stations dont je ne citerai que quelques-unes pour ne pas étendre indéfiniment ce travail.

Grotte sépulcrale de Thiverny (Oise). — Cette grotte a été fouillée, en 1923, par Louis Giraud et par moi ; les résultats ont été publiés par Giraud (1). Je m'étais surtout attaché à l'étude de l'influence de l'acide carbonique sur la désagrégation des os ; étude qui a servi de base à mon travail *Sur la dissolution des os et des dents dans les sépultures préhistoriques* (2).

La grotte de Thiverny, située à la base du lutétien inférieur constitué par un calcaire silico-magnésien, était creusée dans un sable glauconieux yprésien très compact et assez dur. Les os reposaient ou étaient en partie enfouis dans ce même sable rendu pulvérulent par le travail du creusement pratiqué à l'époque énéolithique.

(1) *Revue anthropologique*, 34e année, 1924. En dehors des squelettes, le matériel était fort pauvre : 22 objets en silex, 2 poinçons en os et une grande rondelle cranienne remarquable par ses dimensions. Le tout est aujourd'hui dans ma collection.

(2) *Revue anthropologique*, 34e année, 1925.

Il n'y avait aucune trace de suintement aqueux sur les parois, ni au plafond, mais le sol était un peu humide, quoiqu'irrégulièrement. J'y ai dosé 5,2 o/o d'eau d'hydratation (1) — il n'y a pas à tenir compte, bien entendu, de l'eau de combinaison de la glauconite, mélangée aux éléments sableux — et il y avait ça et là quelques taches de peroxyde de fer.

La grotte avait dû recevoir une quarantaine de squelettes ; une grande partie des os était soit partiellement, soit totalement colorés en jaune, en brun ou en rouge par l'oxyde de fer avec, parfois, de petites taches noires dues à l'oxyde de manganèse. J'ai donc eu à Thiverny un matériel abondant, permettant de nombreuses observations au cours des incinérations auxquelles j'ai soumis beaucoup de ces os.

1° *Humérus, tibia, fémur :*

A. Cuisson à 600°, durée 1 h. 30. — B. Cuisson à 800°, durée 11 heures.

Dans ces deux expériences, la surface de l'os est devenue vert-brunâtre, coloration due, évidemment, aux impuretés (fer et manganèse) qui adhéraient à l'os. En effet, la couche superficielle étant enlevée, le tissu osseux est apparu bleu dans le premier cas. Dans le deuxième cas (800°), il est apparu d'un bleu beaucoup plus vif. L'os avait subi un commencement de vitrification et avait pris, par conséquent, un retrait plus considérable.

La différence d'intensité entre les deux bleus (600 et 800°), provient, à mon avis, non pas d'une action de la chaleur sur la couleur, mais sur le tissu osseux qui, dans le deuxième cas, s'est contracté en devenant plus compact. Le pigment bleu est donc moins disséminé dans la masse.

2° *Crâne, vertèbres, os iliaque :*

Cuisson à 600°, durée 2 heures.

Dans ces os, le tissu spongieux est recouvert d'une mince couche de tissu compact. Celui-ci, après la cuisson était coloré en jaune-brun (parfois tacheté de verdâtre), coloration due, comme je l'ai dit tout à l'heure, aux oxydes métalliques dont l'os s'était imprégné superficiellement dans le sol. Mais, après avoir enlevé cette première couche, le tissu spongieux est apparu avec une coloration vert-bleu.

De multiples recherches faites sur des os très récents et des os très anciens ont toujours témoigné de cette couleur particulière du tissu spongieux chez lequel je n'ai jamais constaté jusqu'ici le bleu de ciel si vif que présente, après cuisson, le tissu compact.

(1) Dans son mémoire, Giraud, dit que « la grotte était sèche ». Il a reconnu plus tard, en accord avec moi, que le sol, était, en effet, légèrement humide.

3° *Maxillaires, dents :*

Cuisson à 600°, durée 2 heures.

Les maxillaires se sont toujours colorés en bleu de ciel, couleur toujours beaucoup plus intense sur les dents. Cette intensité semble liée à la compacité du tissu osseux et à sa structure. L'ivoire et l'émail sont toujours beaucoup plus colorés que le cément.

Sépulture énéolithique du Perpetairi (Drôme). — J'ai signalé plus haut que cette sépulture fouillée par les frères Catelan avait donné de très beaux spécimens d'os incinérés possédant un ton bleu très remarquable. Elle était amé-

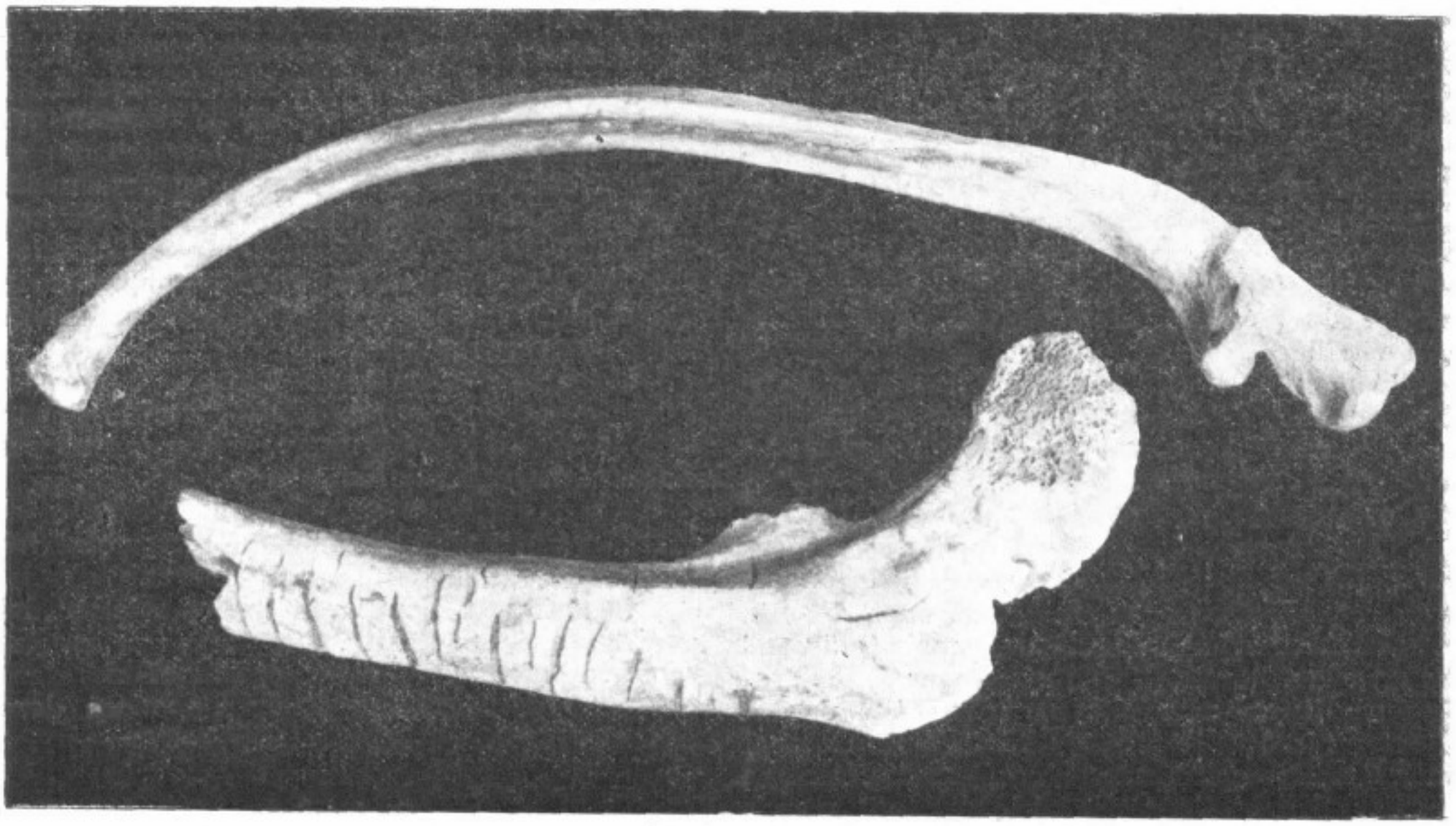


Fig. 3. — Grotte du Perpétrairi (énéolothique).
Contraction et déformation dues à une incinération lente et prolongée.

nagée sur le flanc d'une colline de mollasse dont le calcaire forme un des éléments principaux.

La sépulture ayant fourni un grand nombre d'ossements non incinérés, j'ai pu répéter les expériences faites sur les os de la grotte sépulcrale de Thiverny.

Les résultats ont été identiques, mais j'ai remarqué que le bleu était beaucoup moins intense que sur celui des os trouvés dans la sépulture. Cette différence provient certainement, comme je l'ai dit tout à l'heure à propos de Thiverny, de la durée de la cuisson.

Si, en effet, on chauffe un os à 800° de façon à ce que cette température soit atteinte en 2 heures, puis que l'on arrête brusquement le feu, la teinte bleue sera *plus faible* que si on maintenait cette température, lorsqu'elle est atteinte, pendant 10 ou 12 heures, car au bout de ce temps l'os aura subi une contraction voisine du maximum, qui sera atteint au moment de la vitrification (qu'il ne faut pas confondre avec la fusion, dernier stade de la transformation de la matière osseuse).

Or, les os incinérés de la grotte du Perpetairi, à l'époque énéolithique, n'ont pas été chauffés au-delà de 700° à 800°, température à laquelle ils ont été ou se sont maintenus un temps assez long comme en témoigne le travail de contraction qui s'est opéré (fig. 3).

Autrement dit, l'intensité du bleu dans un os saturé est proportionnelle à l'intensité de la contraction, (avant que soit atteint le point de fusion).

Grottes sépulcrales de la Vallée du Petit-Morin (Marne). — Ces grottes fouillées par De Baye à partir de 1872, ont donné un mobilier considérable et renfermaient de nombreux squelettes, environ 2.000. Elles étaient creusées dans la craie, et généralement humides. Les préhistoriens les ont attribuées au Néolithique, mais, à mon avis, elles sont *nettement* Enéolithiques.

Le produit des fouilles est aujourd'hui au Musée de Saint-Germain. Peu de temps avant sa mort, Hubert, l'un des conservateurs, m'a-

vait donné plusieurs ossements dont l'un était si profondément attaqué par l'acide carbonique qu'il semblait avoir subi une incinération, comme le pensait Hubert lui-même ; les autres n'étaient atteints que partiellement ou même superficiellement. J'ai cuit ces os à 600° pendant 1 h. 30. Le premier os, très attaqué par l'acide carbonique, n'avait jamais subi d'incinération, car il contenait encore toute son osséine. Après cuisson, il s'est trouvé coloré en bleu de ciel dans *toute sa masse*, ce qui était en parfait accord avec son imprégnation totale par l'acide carbonique ou par les sels calcaires en solution dans le sol de la grotte. Quant aux os qui n'avaient subi qu'une attaque partielle, le tissu compact s'est coloré en bleu très clair et, dans les diaphyses, le tissu spongieux ne s'est que légèrement teinté.

Enfin, les os qui avaient subi une attaque tout à fait superficielle se sont colorés en bleu, seulement à la surface. Cuits pendant 12 heures à 900°, ils n'ont subi aucune modification quant à la pénétration du bleu qui est restée toute superficielle ; la blancheur du tissu compact n'a pas été altérée, bien que l'os se soit vitrifié.

Ces deux exemples sont particulièrement intéressants car ils montrent que la *couleur bleue est réellement en relation avec l'action préalable de l'acide carbonique.*

Os des palafittes du Lac de Neuchâtel (Suisse). — En 1919, lors d'un séjour au Musée de Zurich, j'avais étudié des os bruns, bleu-noir et noirs et j'y avais reconnu la présence de matières humiques. L'un d'eux, après cuisson, était devenu verdâtre. Sur ma demande, le Professeur Pittard voulut bien m'envoyer un lot d'os provenant du lac de Neuchâtel. Celui-ci m'intéressait spécialement, car, comme celui de Zurich, il appartient à la série des huit grands lacs subalpins de la Suisse classés par Zender dans celle des lacs calcaires. Ses eaux renferment, par mètre cube, 63 gr. 4 de chaux et 55 gr. d'acide carbonique combiné.

Tous les os du lac de Neuchâtel avaient cette belle coloration brune que leur donnent les matières humiques qui les imprègnent.

Chauffés à 600° pendant 2 heures, ils sont devenus bleus verts, mais il m'a paru intéressant de connaître leur teinte naturelle, à l'exclusion de celle que leur donnaient les matières humiques.

J'ai donc éliminé celles-ci par un traitement à la soude et j'ai constaté qu'ils avaient une coloration jaune ocre, non pas superficielle, mais affectant la masse du tissu osseux.

Cette coloration, due à l'oxyde de fer, allait sur certains échantillons, du jaune au brun-rouge.

J'ai soumis ces os, ainsi traités, à un chauffage à 600° pendant 2 heures et j'ai observé qu'ils avaient la même couleur bleue-verte que ceux qui avaient été cuits avant l'élimination des matières humiques.

Cette couleur bleue-verte se développe, du reste, assez irrégulièrement : dans certains cas elle est tachée de brun, dans d'autres, l'os devient gris-jaunâtre avec quelques taches verdâtres. Ces accidents paraissent être dûs aux impuretés qui ont imprégné les os lors de leur séjour dans les limons du fond du lac, car je ne les ai remarqués que sur les os provenant des palafittes.

Un andouiller de cervidé, de la même provenance s'est comporté de la même façon.

Os moderne d'Esbly :

Au cours de recherches sur le néolithique de la région de Meaux, j'ai trouvé à Esbly (Seine-et-Marne), dans un terrain très calcaire et très peu ferrugineux, quelques os de mouton provenant de débris de cuisine qui avaient été répandus comme engrais, 4 ou 5 années auparavant (au dire du propriétaire). Ces os, des fragments de fémur, qui étaient d'une blancheur absolue, avaient donc été cuits en même temps que la chair qui les avait recouverts. Ils renfermaient encore de l'osséine.

Cuits à 600° pendant 2 heures, le bleu-ciel s'est manifesté avec une grande pureté de ton, avec ça et là des stries ou des taches jaune-brun dues au peroxyde de fer.

Il n'y a donc pas eu mélange du bleu et du jaune, ce qui aurait donné du vert, point très important sur lequel j'aurai à revenir.

L'intensité du bleu paraît être en relation, ici, avec la dureté de l'os : j'ai maintes fois constaté ce phénomène sur l'ivoire et l'émail des dents (défenses de *Mastodon* et de *Stegodon*, dents d'*Ursus*, etc.).

Os fossiles

Les os fossiles se comportent comme les os normaux au point de vue de la coloration bleue qui ne se trouve ni atténuée, ni accentuée par l'état de l'os, dont cependant la composition chimique est quelque peu modifiée. On sait, en effet, que dans les os anciens, la teneur en osséine va en décroissant avec l'âge de l'os, alors que le fluor va en croissant ainsi que l'oxyde de fer (tous les os *sans exception* renferment un peu de fluor et d'oxyde de fer).

Cette diminution de la matière organique, de l'osséine, n'est intéressante dans le cas présent que parce que l'os est alors moins sujet à éclater lorsqu'on le chauffe rapidement. Ainsi les os des époques tertiaires et antérieures ne se sont jamais brisés au cours de mes expériences ; toutefois, les dents restent toujours d'une grande fragilité et éclatent le plus souvent. Les défenses résistent généralement bien, si on procède avec précaution.

J'ai cuit des os presque entièrement silicifiés dans lesquels le bleu s'est cependant manifesté, mais dans les os totalement silicifiés, il n'y a plus de coloration.

De mes recherches sur le bleuissement des os fossiles, je ne signalerai que celles qui ont trait aux os de Mongolie et aux os de Thenay en raison de certaines particularités intéressantes.

Os de Mongolie :

Le P. Theillard de Chardin a recueilli, au cours de ses missions en Mongolie, des collections paléontologiques du plus haut intérêt. Il a bien voulu me remettre plusieurs échantillons d'os fossiles qui avaient attiré mon attention par leur coloration.

Ces os provenant du Sud de la Mongolie, particulièrement d'Ordos, vaste région de 120.000 km² située dans un coude du Hoang-ho. Le sol est constitué par du lœss recouvert de sables : région très sèche, où il pleut rarement.

J'ai étudié une série d'os provenant du tertiaire, et plus spécialement du Pontien, trouvés dans un sol marneux. Ceux que j'ai examinés (des fragments indéterminables), consistaient en os longs et en tissu spongieux dégagé des épiphyses, presque entièrement silicifiés qui s'étaient imprégnés de matières humiques avant leur silicification partielle ; des fragments d'ivoire provenant d'une défense de *Stegodon* ; une corne de cervidé non silicifiée.

Tous ces os chauffés à 800° pendant 1 heure sont devenus bleus de ciel, même ceux qui étaient presque complètement silicifiés, ainsi que l'os long imprégné de matières humiques. mène indique clairement qu'il n'y a pas de mélange entre le bleu et le jaune ou le rouge, ce qui eût déterminé une coloration verte.

Mais la puissance du ton bleu a atteint un degré extraordinaire, sur beaucoup d'échantillons de défense de *Stegodon* qui ont pris une coloration bleue outremer foncé, tandis que sur d'autres cette coloration est restée bleu-ciel, parfois très clair. Il est possible, sinon probable, que ces différences d'intensité dans le bleu proviennent de la situation des lamelles osseuses dans le corps de la défense, celles de la périphérie ayant subi l'action de l'acide carbonique, d'une façon plus énergique que celles du centre, en supposant, bien entendu, que toutes les lamelles que j'ai chauffées proviennent d'une même défense. Dans le cas contraire, les différences de coloration peuvent provenir de la situation des lamelles fragmentées dans le sol calcaire.

En tous les cas, j'ai souvent remarqué sur des os de provenances diverses que dans bien des cas la coloration s'atténuait à mesure que les lamelles se rapprochaient du canal médullaire.

Os de Thenay :

Les os que j'ai trouvés à Thenay consistaient en os bruns et noirs complètement silicifiés qui n'ont fourni aucune réaction sous l'influence de la chaleur. Par contre, une défense (*Mastodon ?*) dont la périphérie seulement était colorée en noir, par suite de la formation d'humophosphate de chaux, m'a donné un résultat intéressant. Après chauffage à 600°, la partie périphérique noire n'a subi aucun changement ;

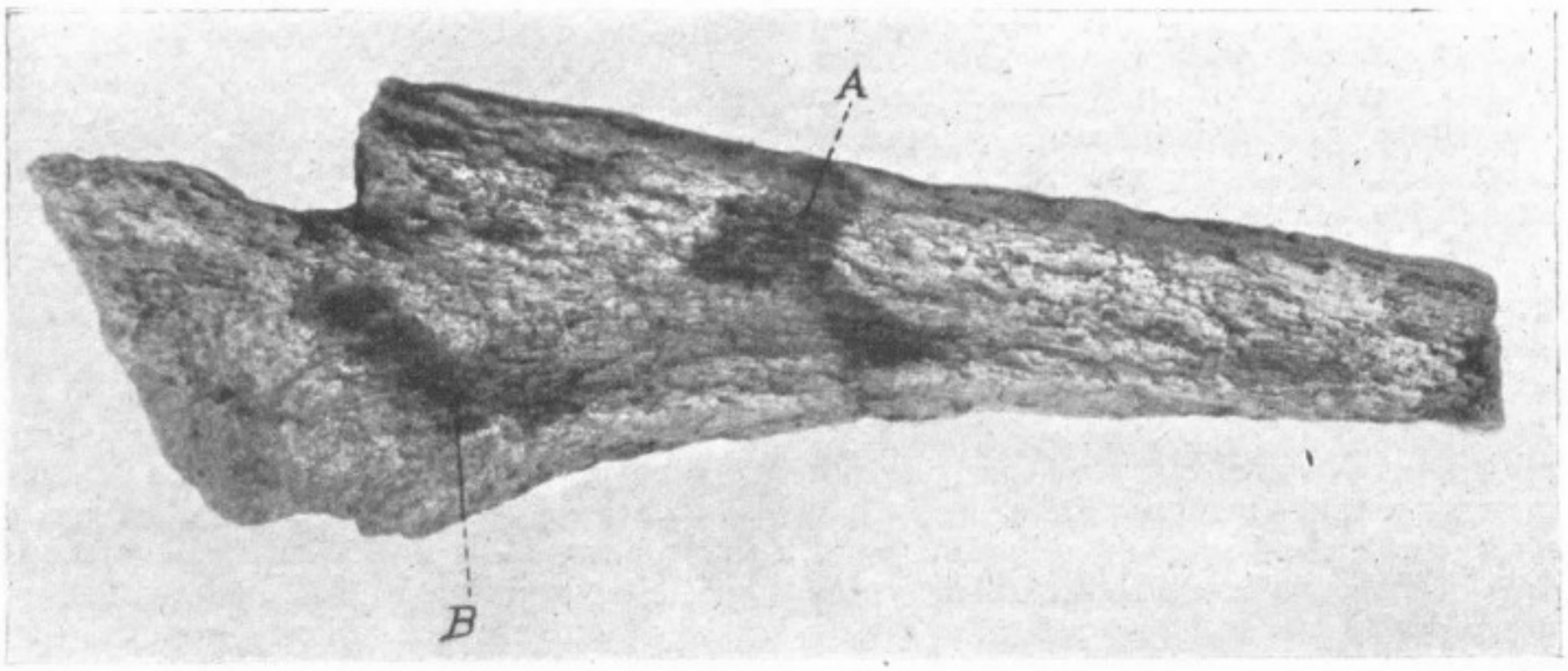


Fig. 4. — Corne de Cervidé colorée en bleu vif (parties grises) sur lequel apparaissent des taches rouge-brun de peroxyde de fer (taches noires), notamment en A et B.

La corne de cervidé non silicifiée a donné un résultat particulièrement intéressant. Elle s'est colorée en bleu de ciel à l'exception de parties qui sont restées rouge-brun (fig. 4). Ce phéno- par contre, le système lamellaire interne, dans lequel se trouvaient des inclusions de peroxyde de fer, a présenté une coloration bleu-ciel intense, entremêlée de traînées rouges dues au fer

qui, là encore, comme dans l'os d'Esbly et dans la corne de cervidé d'Ordos, n'a eu aucune influence sur le bleu : les deux tons se sont développés indépendamment l'un de l'autre sans se mélanger.

Os provenant de sols siliceux

J'ai dit plus haut que les os, pour être susceptibles de se colorer en bleu par oxydation thermique devaient avoir séjourné dans un terrain calcaire, et je l'ai montré par plusieurs exemples.

J'ai effectué, comparativement, des recherches analogues sur des os et de l'ivoire provenant de terrains exclusivement siliceux.

J'ai étudié plusieurs os provenant de ballastières de la région parisienne, notamment une défense de Mammouth provenant de Gennevilliers et trouvée dans une couche de gravier et de sable quartzeux : elle ne contenait plus qu'une très petite quantité d'osséine. Chauffée, elle n'a accusé aucune trace de coloration bleue.

Deux fragments de côte, indéterminables, trouvés dans les mêmes conditions, ont donné le même résultat.

Parmi les os de Mongolie qui m'ont été remis par le P. Theilhard de Chardin, plusieurs m'avaient été signalés comme ayant été trouvés dans le sable quartzeux ; les uns complètement silicifiés n'ont donné aucune coloration, les autres partiellement silicifiés et qui, par conséquent, auraient pu se colorer en bleu, ont donné un résultat négatif.

En résumé, toutes les expériences faites sur des os provenant de sols exclusivement siliceux ont été négatives au point de vue du bleu. Toutefois, j'ai constaté que deux échantillons de cet ordre, mais qui étaient restés longtemps exposés en plein air, ont montré, après chauffage, une légère teinte bleuâtre que j'ai pensé être due à l'action des eaux pluviales qui contiennent toujours un peu d'acide carbonique.

Action de la chaleur sur le bleu des os

Parmi les auteurs anciens, plusieurs, tels que Bergmann, Henckel, Buffon, Tavernier, Chardin, ont dit que lorsqu'un os coloré en bleu était soumis à la chaleur, il se décolorait. D'autres, notamment Vallerius et Sage, ont dit qu'il devenait vert.

J'ai donc étudié ce point intéressant et, dans ce but, j'ai choisi, pour ces recherches, l'ivoire de Stegodon dont la coloration bleue était particulièrement intense et, en outre, pénétrait dans toute la masse du tissu.

Cet ivoire bleu avait été cuit à 600°. Je l'ai porté à 800° sans observer de changement ; puis je l'ai soumis à l'action brusque de la flamme oxyacétylénique et à la température la plus élevée du dard, soit 3020°.

En une minute la matière est entrée en fusion, se transformant en un verre très opaque, véritable émail. J'ai maintenu la même température pendant 2, 3 et 4 minutes. J'ai fait les observations suivantes :

Dès que le dard du chalumeau est en contact avec l'ivoire, la couche superficielle entre en fusion en devenant gris-verdâtre, alors que les couches sous-jacentes perdent leur ton bleu qui devient jaunâtre. Si l'on prolonge l'action de la flamme pendant quelques minutes, toute la masse entre en fusion en devenant verdâtre.

En résumé, les parties de l'ivoire, non fondues ont perdu leur couleur bleue en passant au jaune, et les parties fondues ont passé du bleu au vert bleuâtre ou au gris-verdâtre.

Ces phénomènes sont, du reste, très normaux et nous montrent qu'au moment de la fusion il y a *combinaison* du fer avec le phosphate de chaux. La teinte verte est celle que prennent toujours les matières vitrifiées alcalines contenant du fer.

Au contraire, la teinte jaune, dans les parties non vitrifiées, vient de ce que l'oxyde de fer *n'est pas combiné*, mais seulement en *suspension* dans la masse. La combinaison ne s'opérant qu'à une température élevée.

Ces propriétés colorantes de l'oxyde de fer que l'on peut faire varier par addition de certains produits, sont largement utilisées dans les industries verrière et céramique.

Les causes de la coloration bleue ou verte des os

Les colorations bleu-ciel et verte des os proviennent d'une cause unique : la présence, dans le tissu osseux, de *phosphate de fer bivalent*. Mais, pour que ces couleurs puissent se manifester, il faut deux conditions : 1° l'os doit avoir séjourné dans un terrain calcaire ; 2° il doit être soumis à une oxydation thermique.

Lorsqu'on prépare le phosphate de fer par précipitation d'un sel ferreux par le phosphate de sodium, le précipité blanc, filtré et lavé s'oxyde rapidement à l'air en devenant bleu.

Debray a préparé un phosphate monoacide qui, chauffé avec de l'eau à 250°, a donné des cristaux verts foncés. Horsford a obtenu un phosphate neutre en chauffant, en tubes scellés, un mélange de sulfate de fer bivalent et de phosphate de sodium dans une atmosphère d'acide carbonique, ce qui tend à mettre en évidence, dans certains cas, l'action de cet acide.

Le phosphate de fer se rencontre dans la nature sous plusieurs formes, dont les principales sont la *Vivianite* colorée en bleu indigo, en vert foncé ou en vert-bleu (l'Ecole supérieure des Mines possède un échantillon unique coloré

en bleu ciel), et la *Dufrénite* colorée en vert foncé (1).

On a pensé généralement que dans les os bleus, le phosphate de fer se trouvait sous forme de Vivianite. Je ne le crois pas, car ce minéral se déshydrate rapidement sous l'influence de la chaleur en devenant brun, tandis que le bleu des os reste fixe jusqu'à leur point de vitrification. Sommes-nous donc en présence d'un *phosphate double de fer et de chaux*, qui serait stable ?

En tous les cas, si cette combinaison existe réellement dans l'os, elle n'est pas un obstacle à la propriété que possède le phosphate de fer de donner (suivant sa composition), du bleu et du vert.

Est-ce également en raison de cet état de phosphate double que, pour que la coloration apparaisse, l'oxydation doive se faire sous l'influence de la chaleur, au lieu de se produire spontanément par exposition à l'air.

L'osséine n'a certainement aucune influence, car les os desquels on l'a éliminée, se colorent comme les autres.

Sous l'influence de quelles réactions le phosphate de fer se forme-t-il dans l'os enfoui dans un sol calcaire ?

Il paraît vraisemblable d'admettre que le rôle de l'acide carbonique (en dissolution dans l'eau) est seulement de déterminer la solubilisation du phosphate de chaux de l'os, point de départ de réactions très complexes qui donnent naissance au phosphate de fer. Il paraît difficile actuellement de les déterminer, et il en sera ainsi tant que la chimie du sol ne sera pas mieux connue, aussi bien au point de vue des actions purement chimiques qu'à celui des actions microbiennes auxquelles elles sont liées.

Bien que nos connaissances sur ces questions se soient beaucoup accrues, surtout depuis une quarantaine d'années, elles sont encore très insuffisantes. Nous ne savons pas, dans la plupart des cas, ce qui se passe exactement dans le grand laboratoire souterrain, toujours en travail ; nous ignorons le plus souvent les causes qui président aux incessantes transformations dont nous ne pouvons que constater, quelquefois, les effets.

Lorsqu'auront été perfectionnées les méthodes de recherches dans le sous-sol, peut-être sous l'impulsion de la jeune science qu'est la pédologie, la vieille science qu'est la géologie ne pourra pas rester enfermée indéfiniment dans les limites étroites de la stratigraphie, science purement descriptive (mais indispensable), qui nous apparaît chaque jour comme notoirement insuffisante.

Le géologue de l'avenir pourra peut-être enfin nous renseigner sur le travail continuel qui s'opère dans le sol et aura peut-être aussi des conceptions neuves sur les révolutions du Globe. Mais alors, il devra être physicien, chimiste et microbiologiste. Et auparavant, devra s'effondrer cette absurdité qu'est les *cloisons étanches* élevées entre des sciences qui forment un bloc indivisible. Ces cloisons étanches ne sont, en somme, le plus souvent, que la mise en pratique de la théorie du moindre effort.

(*A suivre*).

(1) Dans mon Mémoire de 1924, j'ai rappelé qu'en 1879, Schlossberger avait attribué au phosphate de fer la couleur bleue du pus, mais qu'en 1882, Gessard montra que cette coloration du pus était due, en réalité à la pyocyanine, l'un des trois pigments du *Bacillus pyocyaneus* (les deux autres sont le vert et le jaune verdâtre).

Je suis obligé d'y revenir ici, car M. G. Chaudron répète l'erreur de Schlossberger dans sa monographie du Fer publiée dans le nouveau *Traité de Chimie Minérale*, de M. Paul Pascal, actuellement en cours de publication.

L'AMÉNAGEMENT INTÉGRAL DU RHÔNE

PROBLÈME NATIONAL

par Henri BRENIER

Directeur général des Services de la Chambre de Commerce de Marseille

(*Fin*) (1)

Dans la première partie nous avons exposé comment le problème se présentait au point de vue de l'*aménagement des chutes* et de l'*irrigation*, d'après la loi du 27 mai 1921, et le Cahier des charges de la Compagnie Nationale du Rhône, dont l'Assemblée générale constitutive a eu lieu à Lyon, le 27 mai dernier. Nous avons aussi donné une analyse sommaire des moyens financiers prévus.

(1) Voir la *Revue Scientifique* du 12 août 1933.

Le problème de la Navigation.

Le Rhône actuel.

Le Rhône est navigable entre Lyon et la mer, et des chalands y circulent, malgré la pente du fleuve : 0 m. 50 en moyenne par kilomètre entre le confluent de la Saône et celui de l'Isère (103 km) ; 0 m. 77 (sur 70 km), et sur quelques points, une pente plus forte, entre le confluent de l'Isère et celui de l'Ardèche ; 0 m. 49 encore entre le confluent de l'Ardèche et celui du Gard ou Gardon (88 km.) (1).

Si l'on ajoute à cette pente, le débit du fleuve, qui varie, *en régime semi-permanent*, de 630 mètres cubes entre la Saône et l'Isère, à 1.100 mètres cubes/sec. entre la Durance et la mer ; et si l'on tient compte des crues violentes qui peuvent atteindre, pendant quelques jours (mais plus souvent pendant quelques heures seulement), de *vingt-cinq à vingt-huit fois le débit d'étiage* (2), on peut juger des conditions spécialement difficiles que présente le Rhône « sauvage », pour une navigation commerciale vraiment économique.

(1) Entre le confluent du Gard (un peu en amont de Beaucaire) et Arles, la pente moyenne, sur 22 km., n'est plus que de 0 m. 22 ; et elle descend à 0 m. 02 entre Arles et la mer (43 km.). On sait qu'à cause de l'ensablement des embouchures du Rhône, les chalands sont obligés de quitter le Rhône à St-Louis pour rejoindre la Méditerrannée dans le Golfe de Fos par un canal qui peut amener aussi à St-Louis du Rhône des navires ayant au maximum 7 m. de tirant d'eau.

(2) Celui-ci varie de 300 m. cubes entre la Saône et l'Isère à 500 m. cubes entre la Durance et la mer. Le volume des crues peut donc atteindre de 7.500 à 14.000 mètres cubes sec.

Malgré ces difficultés, (1), la science des ingénieurs du Rhône (MM. Jacquier, Girardon, Armand, et maintenant M. Pascalon) et l'ingéniosité et les sacrifices des Compagnies de navigation sur le Rhône (H. P. L. M., Havre-Paris-Lyon-Marseille) ; et Société lyonnaise de navigation et de remorquage) ont réussi à tirer parti du fleuve. Mais, en 1923, qui a été une bonne année, le trafic *total* du Rhône n'a pas dépassé 859.400 tonnes. Il a été de 769.850 tonnes en 1929, de 782.149 tonnes en 1931 ; de 792.276 tonnes en 1932 (2). Le tonnage *moyen* transporté sur le fleuve, entre Lyon et Arles (c'est-à-dire le quotient du tonnage kilométrique *total*, par la longueur de la section : 283 km) n'a jamais dépassé 311.900 tonnes, en 1917, pendant la guerre. En ce qui concerne les expéditions, ou réceptions, du port de Marseille et de ses annexes par le Rhône, elles ont atteint 208.824 tonnes en 1932 : 79.851 tonnes à l'entrée ; 137.073 tonnes à la sortie.

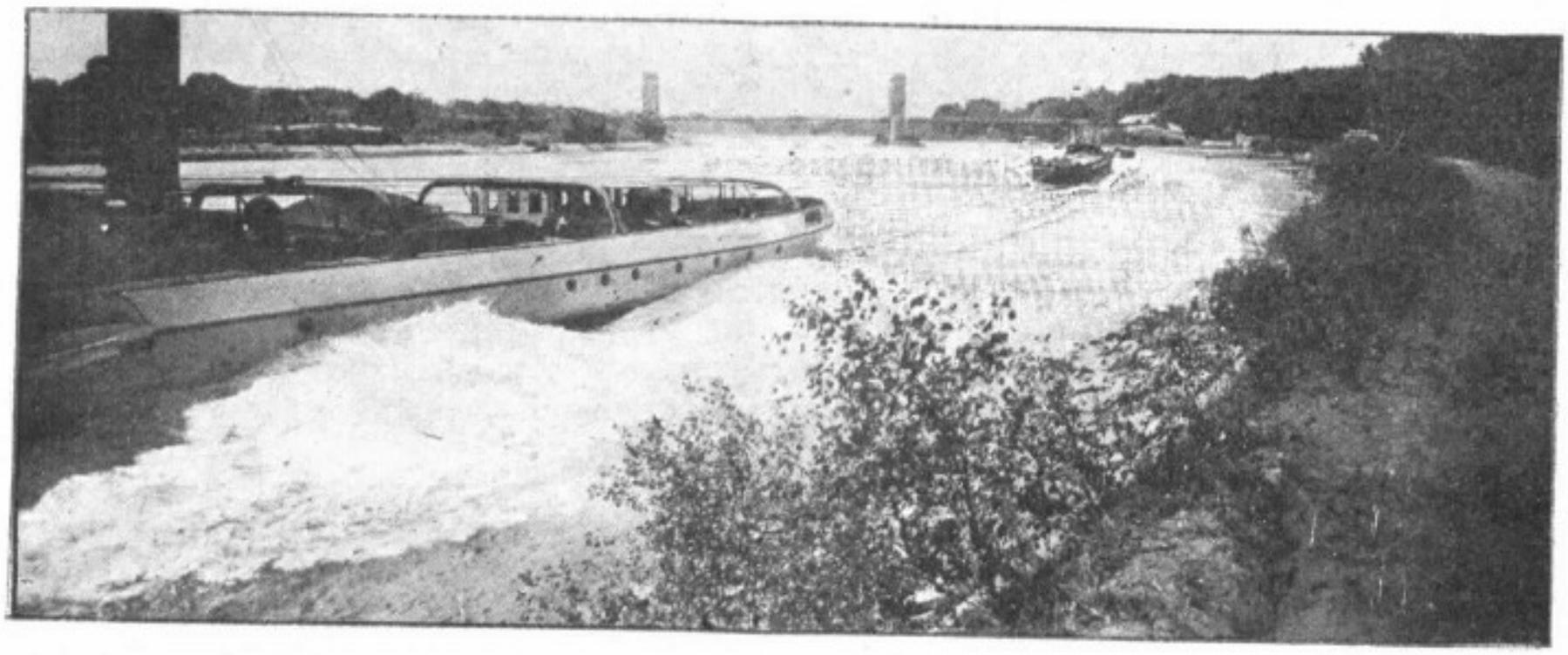


Fig. 3. — Un « convoi » remorqué près d'Avignon (H.P.L.M. et Société Lyonnaise).

Ce trafic est assuré par des chalands pouvant porter à plein (théoriquement) de 635 à 645 tonnes. En fait, avec un mouillage de 1 m. 40 dans le chenal, réalisé par les remarquables travaux des ingénieurs (3), — mouillage qui, avant la guerre, était atteint, en moyenne, pendant 343 jours par an — les chalands du Rhône peuvent encore porter 455 tonnes de marchandises, et ce poids est rarement dépassé, en fait, à la montée, surtout depuis que l'entretien du

(1) Pour plus de détail, voir l'article du 10 juillet 1931 de la *Revue Politique et Parlementaire*, notamment en ce qui concerne les sept sections de touage entre *Pont St-Esprit et Valence*.

(2) Montée : 420.304 tonnes ; descente : 371.972 tonnes.

(3) Ce chenal n'a souvent qu'une largeur de 50 à 60 m. ; 80 m. au maximum, sur un certain nombre de points. Il exige des pilotes habiles et très exercés.

fleuve, soit pendant la guerre, soit depuis, n'a pas pu se faire aussi bien qu'avant 1914, faute de crédits.

Mais la grande difficulté reste toujours la *vitesse du courant*, qui oblige à employer de très puissants remorqueurs. Le plus récemment construit (le *Rhône*, appartenant à la Société du même nom, qui réunit, pour l'exploitation du fleuve, l'H. P. L. M. et la Société Lyonnaise), atteint 65 m. de long, avec une largeur (hors tambours) de 15 m. 50. Son tirant d'eau est de 1 m. 10, ce qui permet de s'en servir même quand les eaux sont très basses ; et il comporte l'utilisation d'une puissance maxima de 1.500 C.V. dans les parties les plus déclives du fleuve, entre Pont-Saint-Esprit et Valence. Dans les autres sections (Arles-Pont-St-Esprit ; Valence-Lyon) la puissance des remorqueurs (tous à aubes) varie, suivant les convois et l'état du fleuve, entre 800 et 1.000 C.V. pour un « convoi » de trois barques (au grand maximum et plus souvent deux barques), chargées, au mieux, de 400 à 500 tonnes chacune à la montée.

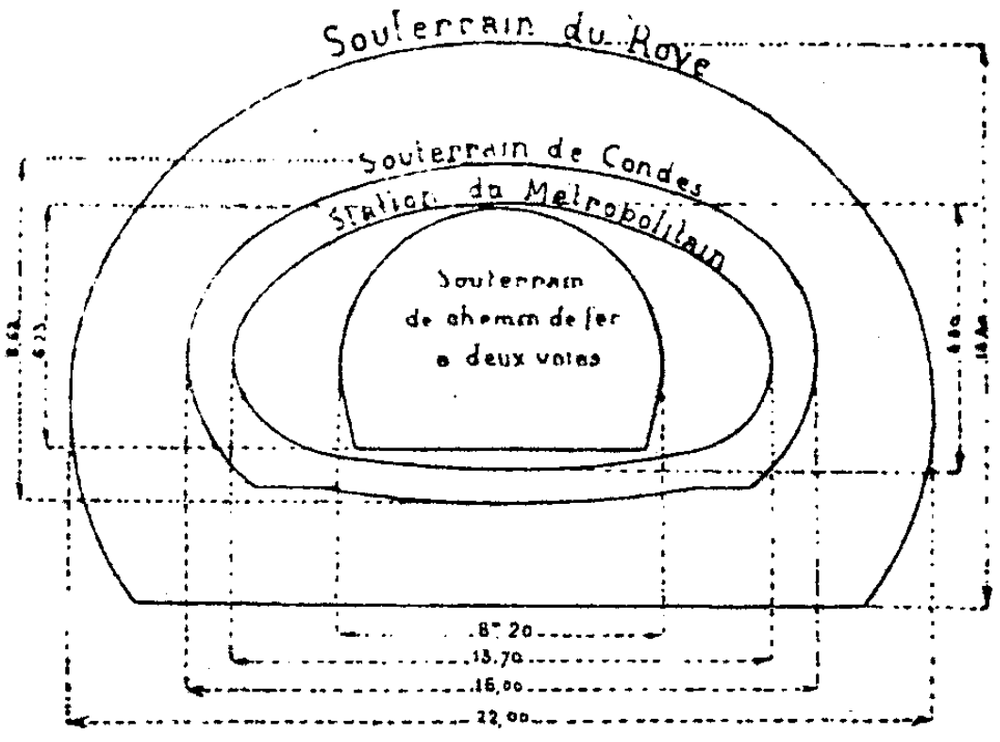


Fig. 4. — Profils comparés des souterrains.

Finalement — et *c'est tout le problème* — dans son état actuel, le Rhône ne permet de remonter *qu'une tonne et demie* au grand maximum ; plus fréquemment, 1.200 kilogs et plutôt même *une tonne par cheval-vapeur*. C'est à cette tonne par C.V. à laquelle arrive aussi la nouvelle Société « Rhodania » (également lyonnaise) qui, depuis 1932, a eu l'initiative de mettre sur le Rhône des *chalands automoteurs*, qui peuvent remonter de Marseille à Lyon en 48 heures. C'est un gain très sensible sur les chalands remorqués, pour lesquels il faut compter, en bonne saison, cinq jours. Mais comme la puissance de remorque d'un train de marchandises sur le rail est, en fait, entre Marseille et Lyon, de 700 kgr. environ par C.V. — et peut s'améliorer encore — on voit assez que l'écart de puissance de transport, pour une même unité de force, entre le chemin de fer et la voie d'eau est beaucoup trop faible pour que cette dernière puisse songer à augmenter beaucoup sa part de trafic, surtout si l'on tient compte de sa bien plus grande lenteur à la remonte, au moins pour les chalands remorqués.

C'est pourquoi la Chambre de Commerce de Marseille ne cesse de prôner, depuis 1875, c'est-à-dire, depuis bientôt soixante ans, comme seule solution possible pour la navigation, celle *du canal latéral*.

Cela ne veut pas dire du tout, d'ailleurs, qu'elle soit opposée, en attendant, à ce qu'on fasse, dans le Rhône lui-même, les travaux nécessaires pour son amélioration, étant donné surtout que, faute de crédits nécessaires pour son entretien, il est devenu, nous l'avons dit, *moins navigable qu'avant la guerre*.

Mais elle affirme très nettement (et cela encore une fois depuis soixante ans) que cela ne saurait être une solution *définitive* ; que « l'aménagement du Rhône, au point de vue de la navigation, qui est une des tâches dont est chargée la Compagnie Nationale, ne saurait consister dans une simple amélioration du Rhône *tel qu'il est* ; et que, tout en y faisant les travaux nécessaires — que réclament justement les usagers actuels — il ne faut pas que les sommes qu'on y consacrera soient d'une importance telle qu'elles autorisent de dire, le moment venu, aux partisans du Canal latéral : « Passez, Messieurs, on vous a déjà donné ».

D'autant plus que ces travaux dans le lit même du fleuve vont consister surtout à y *assurer des profondeurs plus constantes*, de façon à éviter les arrêts de navigation, qui, faute d'un mouillage suffisant, se produisent maintenant trop souvent, et dont se plaignent principalement les Compagnies rhodaniennes actuelles qui voudraient un mouillage de deux mètres pendant trois cents jours au moins. Nous ne disons pas du tout qu'il ne soit pas possible de l'obtenir ; mais il nous paraît qu'on ne l'obtiendra, du fait même qu'il faudra faire creuser davantage son lit (grâce au système des épis) par le fleuve lui-même, qu'avec cet autre résultat que le *cours du fleuve deviendra encore plus rapide*, c'est-à-dire nécessitera une puissance de remorque plus grande ; ou, en d'autres termes, rapprochera encore davantage les conditions de transport sur l'eau des conditions de transport par le rail. Cela ne contribuera pas à augmenter le trafic sur le fleuve à *la remonte*.

Dans ces conditions, nous nous demandons, d'ailleurs, soit dit en passant, s'il ne faut pas se préoccuper d'éviter de trop grandes dépenses pour le port fluvial très important projeté à Lyon, sur la rive gauche du Rhône, en aval du confluent de la Saône, et pour lequel (ainsi que pour le canal semi-circulaire qui doit contourner Lyon au sud-est) des crédits ont déjà été engagés.

Cependant, nous sommes d'autant moins opposés à des travaux *raisonnables* dans le lit même du Rhône, que la solution du canal latéral *à la montée* n'exclut pas du tout, on va le voir, l'utilisation du fleuve lui-même *à la descente*.

La seule solution définitive à portée vraiment économique est celle du *canal latéral* étudiée depuis *cent-vingt-cinq ans* (premier projet de M. l'Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées Céard, en 1808) ; repris avec instance, par la Chambre de Commerce de Marseille, depuis soixante ans, et pour lequel, par le Canal de Marseille au Rhône, elle a déjà dépensé plus de 200 millions de francs. Cette solution n'offre *aucune difficulté technique majeure* (1).

(1) Nous renvoyons sur ce point à notre article de la *Revue Politique et Parlementaire* du 10 juillet 1931.

Voir aussi ce que nous y disons des inconvénients de la solution des *canaux mixtes de dérivation* à la fois pour la force et pour la navigation. Leur principe est contradictoire. Si vous voulez de la force, il faut ou bien assurer une certaine pente à un canal de dimensions raisonnables, ce qui travaille contre la navigation ; ou compenser le défaut de la pente par un canal à très gros débit, c'est-à-dire à très grosse section, ce qui coûtera très cher. Il reste au surplus le vice rédhibitoire des entrées et des sorties dans un fleuve aussi précipiteux que le Rhône sauvage, avec les manœuvres compliquées et difficiles qu'elles comportent (12 canaux : 24 entrées ou sorties, dans le projet Armand de 1918).

LES ÉLÉMENTS DE TRAFIC POUR LE CANAL LATÉRAL.

Marseille, porte de l'Europe-Centrale sur la Méditerranée, l'Orient et l'Extrême-Orient.

Mais, dit-on, le coût élevé du canal (sur lequel nous allons revenir en montrant qu'il n'est pas prohibitif), se trouve-t-il au moins justifié par des possibilités de trafic ?

C'est un point auquel, en raison même de ses fonctions, le signataire du présent article s'est particulièrement attaché depuis 1928, et même auparavant (1). Sans prétendre à épuiser le moins du monde le sujet — (rien n'étant au surplus plus délicat que ces sortes de pronostics) — on peut néanmoins calculer, par quelques exemples précis et des déductions basées sur des faits incontestables et des « possibilités » vraisemblables, le trafic qu'il est raisonnable d'espérer si l'on se décide, après plus d'un siècle, à tirer enfin partie de la situation exceptionnelle de Marseille, premier port de France, à la tête sud de l'isthme européen — porte d'entrée de *la voie d'eau la plus courte de pénétration vers l'Europe Centrale*, par le sillon du Rhône et le canal du Rhône au Rhin, à travers la porte de

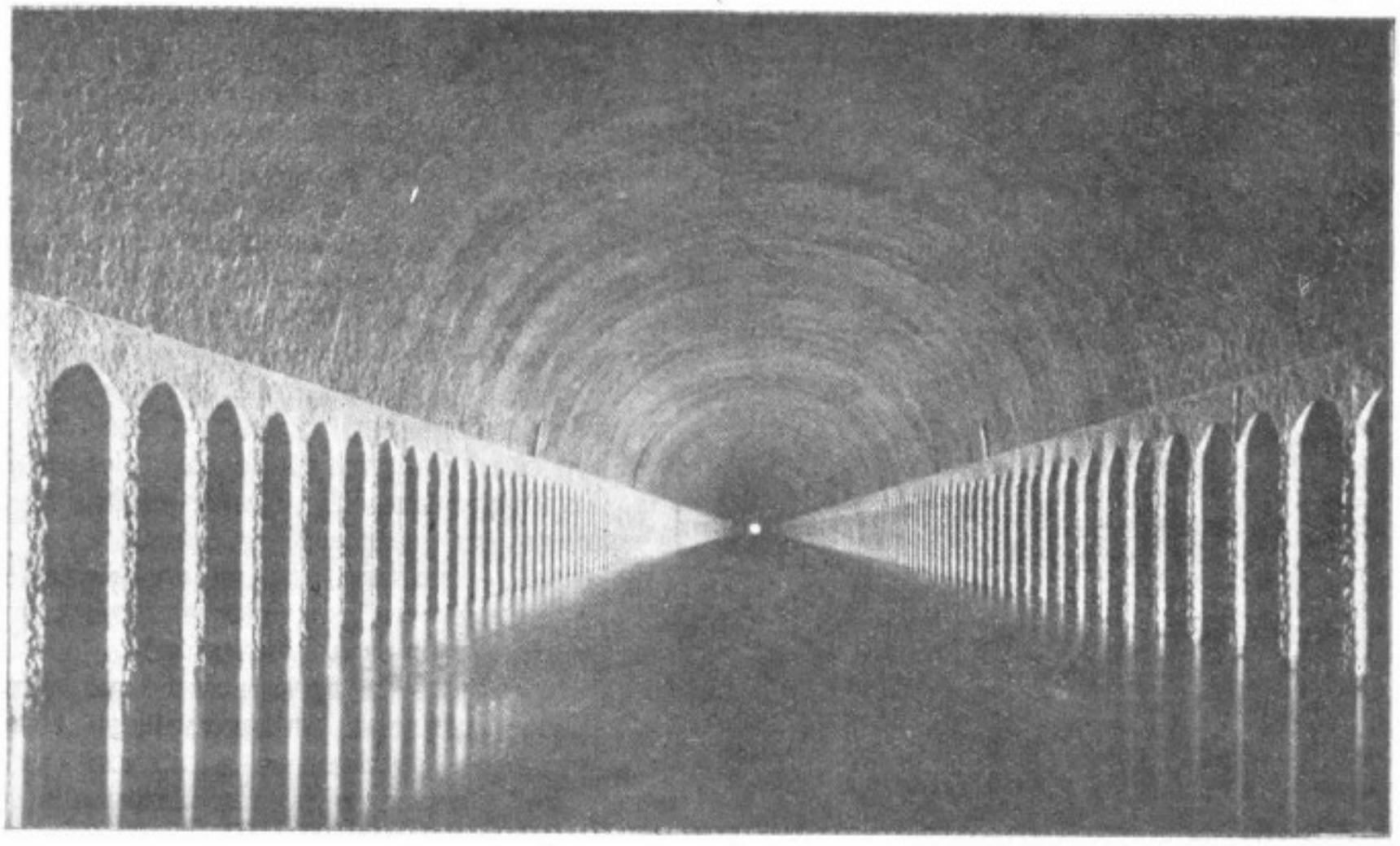


Fig. 5. — Le Canal de Marseille au Rhône (souterrain du Rove)
Photo prise à l'entrée Nord. Le point lumineux est à 7 kilomètres.

(1) *Notice sur le Port de Marseille et la XI^e Région Economique, publiés à l'occasion de l'Exposition Coloniale de Marseille de* 1922.

Bourgogne, et placée, en outre, comme disait Victor Bérard, « sur la boucle du monde » (Suez-Panama).

Car c'est ce magnifique don naturel à l'actif de la France dont le pays, et les intéressés directs eux-mêmes, ne se rendent vraiment pas suffisament compte. Comme le montrait la carte lumineuse installée, sur ma demande, par la Chambre de Commerce de Marseille, dans son Pavillon à l'Exposition Coloniale Internationale de 1931, il passait devant Marseille, en 1929, venant seulement de l'isthme de Suez ou y allant, *plus de 30 millions de tonnes de marchandises, soit une tonne par seconde,* à une distance d'environ 380 milles marins, c'est-à-dire avec une possibilité de détournement vers le port insignifiante pour un cargo moderne. A ces 30 millions de tonnes, il fallait ajouter au moins 10 millions pour le trafic maritime de l'Italie, des Balkans et de la Grèce, de la Mer Noire, du Levant et de l'Afrique du Nord.

Sans doute, cela ne veut pas dire du tout que tout ce mouvement (qui donne tout de même quelque idée du courant mondial passant *devant* Marseille, y entrant, en sortant ou y faisant escale), fût à destination ou en provenance de l'Europe Centrale. Mais nous avons, en ce qui concerne cette partie de l'Europe, des éléments d'appréciation beaucoup plus précis, grâce aux relevés si soigneusement faits du *trafic rhénan*, à la frontière germano-néerlandaise, à Lobith, pour les marchandises des *ports néerlandais* et *belges*, en provenance ou à destination de l'Allemagne.

Ne prenons que les chiffres de 1932, bien qu'ils aient marqué une baisse très sensible sur 1931 et surtout sur 1930 :

	Trafic rhenan néerlandais (1)	Trafic rhénan belge (2)	Total du trafic rhénan extérieur
	Tonnes	Tonnes	Tonnes
1932 ..	16.955.400	6.035.900	22.991.300
1931 ..	24.152.300	7.205.300	31.357.600
1930 ..	30.503.400	7.500.000	38.803.400

Ici, encore, il faut avoir soin de faire des discriminations très sérieuses.

Mais pour nous en tenir à ce qui paraît être le mouvement *maritime* rhénan, c'est-à-dire en provenance ou à destination de pays *autres que la Belgique et les Pays-Bas*, eux-mêmes, on peut relever les chiffres suivants en 1932 (mauvaise année) : en ce qui concerne les *importations* en Allemagne, par la voie d'eau, pouvant être fournies, pour une très grande part, par des pays méditerranéens, orientaux ou extrême-orientaux ;

Marchandises	Par les ports néerlandais	Par Anvers	Total
	Tonnes	Tonnes	Tonnes
Froment ...	771.695	638.265	1.409.960
Seigle	300.261	76.914	372.175
Orge	126.333	135.448	261.781
Avoine	98.890	171.051	269.941
Maïs	158.224	207.835	366.059
Riz	74.025	33.205	107.230
Céréales (Total)	1.529.428	1.257.718	2.787.146
Farines	142.773	6.035	148.808
Légumes secs	306.961	12.470	319.431
Sucres	152.720	15.089	167.809
Superphosphates ..	60.712	4.969	65.681
Tourteaux ..	46.615	14.028	60.643
Graines	489.397	122.794	612.191
Minerai de manganèse	49.340	48.337	97.677
Pyrites de fer	497.807	4.367	501.174
Minerai de zinc	2.892	32.990	35.882
Pétrole	255.258	39.451	294.701
Dérivés du pétrole ...	316.854	111.980	428.834
Totaux ..	3.850.757	1.670.228	5.520.985

Ces 5.520.000 tonnes représentent, encore une fois, *un choix*. Le total des importations, d'origine *maritime*, dans la vallée du Rhin par les ports du Nord, a atteint, en 1932, 12 *millions de tonnes*. En prélevant encore sur la différence (6.500.000 tonnes), 500.000 tonnes à ajouter pour d'autres produits de pays méditerranéens, orientaux ou extrême-orientaux ou pouvant être fournis par ces pays, nous pensons être très raisonnables, car il s'agit, encore une fois, d'une *mauvaise année*.

Sur ces 6 millions de tonnes, faisons la part de ce qui peut être distribué au sud d'une ligne Mannheim-Ludwigshafen (lesquels ne sont qu'à 130 km *en aval* de Strasbourg), c'est-à-dire, outre l'Alsace-Lorraine, dans la plus grande partie du Palatinat, du Wurtemberg, du Grand Duché de Bade, de la Bavière et dans la Suisse, fournie par le Rhin, représentant une population d'au moins 12 millions: On ignore trop en France que, dans la zone que nous venons de définir, la densité de la population atteint, sur de nombreux points, plus de 100, et même *jusqu'à 200 habitants au kmq*. Il n'y a pas que la Ruhr de peuplée en Allemagne. La Suisse, par le port de Bâle, a *reçu* 1.335.000 tonnes en 1932. Pour ce qui est en aval de Bâle, vers le Nord, les provenances de Belgique et de Hollande, au port de Strasbourg, ont atteint environ 2 millions de tonnes (1). Cela fait 3.300.000 tonnes

(1) Pour *Rotterdam*, *Amsterdam* et *Dordrecht;* surtout pour le premier.

(2) Pour *Anvers*, *Gand* et même *Bruxelles;* surtout pour le premier.

(1) 2.067.400 tonnes mais une partie a été réexpédiée. Les céréales seules ont représenté 937.000 tonnes.

pour ces deux seules régions. Croit-on qu'il serait exagéré de compter 1.200.000 tonnes pour le reste, soit 4.500.000 tonnes en tout, dont, *étant donné qu'il s'agit surtout de céréales et de pétrole*, sous toutes leurs formes, il n'est pas déraisonnable de supposer que 3 millions au moins sont, ou pourraient être, de provenance méditerranéenne ou orientale, surtout quand la Russie sera rétablie dans sa puissance naturelle d'exportation.

Et maintenant, peut-on taxer de folie l'hypothèse que la moitié de ce mouvement, soit 1 million 500.000 tonnes à l'importation, pourrait être assurée par la voie du Rhône, avec Strasbourg comme centre de distribution ? Nous croyons même que ce chiffre serait trop faible, et qu'on pourrait compte sur au moins 2 millions de tonnes à l'importation à Strasbourg, venant du Sud.

D'autant plus qu'il faut rappeler que, si l'on prend, par exemple, Port-Saïd comme point de départ, et Strasbourg, centre possible de distribution dans l'Allemagne centrale, comme point d'arrivée, nous avons : Port-Saïd-Strasbourg, par Marseille et le Rhône (écluses comprises), 3.850 km.; Port-Saïd-Strasbourg, par Gibraltar-Rotterdam et le Rhin, 6.792 km.

Pour des produits comme le pétrole (sous toutes ses formes), *le tank-steamer ne prenant pas de marchandises de retour*, l'avantage de la distance jouerait en plein pour les pétroles russes, roumains et persans, en attendant ceux de Mossoul (Tripoli-Marseille, 740 milles marins ; Galveston (pétrole du Texas) Marseille, 5.430 milles marins).

En faisant entrer en ligne de compte les *blés, maïs* et *seigles* russes et roumains, les *orges* et les *phosphates* de l'Afrique du Nord, les *légumes secs* des Balkans et de Turquie, le *coton* égyptien et turc, les *riz* de Birmanie et d'Indochine, les *pyrites* d'Espagne et de Grèce, les *sucres* de Java, nous arriverions à compléter de très intéressantes cargaisons pour la voie d'eau intérieure Marseille-Strasbourg.

Si l'on ajoute le *minerai de fer* de l'Afrique du Nord, dont l'Allemagne pourrait absorber, en année normale, au moins la moitié, soit 500.000 tonnes (puisque nous le lui laissons) ; une part qui devrait être beaucoup plus importante de nos *phosphates* tunisiens, algériens et marocains (5 millions de tonnes produites en 1930) ; l'*alfa* et les *vins* d'Algérie et de Tunisie (ces derniers par chalands-citernes) ; les *bauxites, ocres, plâtres* et *tuiles* (spéciales) de Provence ; nos magnifiques *bois coloniaux* (frêt lourd par excellence) ; les splendides *granits* de Corse, — pour ne parler que de ces marchandises, on pourrait arriver suivant toutes les probabilités à un *minimum*, encore une fois de deux millions de tonnes.

Voilà pour le trafic possible *à la montée*. A la descente vers Marseille (potasses d'Alsace, charbons de la Ruhr et de la Sarre, grosse métallurgie de Lorraine et de l'Allemagne, etc...), il ne serait pas déraisonnable d'escompter de 800.000 à 1 million de tonnes — soit un trafic total minimum de 2.800.000 tonnes, encore une fois, de bout en bout ; et, plus probablement, de 3 millions de tonnes, étant donné que nous venons, encore une fois, de passer en revue une *mauvaise année ;* étant donné, surtout, les besoins de la Suisse et de l'Allemagne en céréales et en pétroles et le rôle que devrait reprendre la Russie méditerranéenne (par la Mer Noire) comme fournisseur de ces deux marchandises essentielles, de même que de *minerais* (Caucase et Oural) (1).

Voilà donc pour le mouvement sur le Rhône, ou plutôt sur son canal latéral, *au point de vue international,* qu'à notre sens on a beaucoup trop négligé jusqu'ici.

Quant au *trafic national,* en laissant de côté les potasses d'Alsace, et les produits lourds de la métallurgie lorraine, déjà comptés à la descente comme faisant partie du trafic de bout en bout, peut-on considérer comme des fous (et c'est pourtant l'épithète qui leur a été appliquée, paraît-il) ceux qui estiment que l'on pourrait tabler (sur le millier de kilomètres de la voie d'eau Marseille-Strasbourg perfectionnée), sur un mouvement d'au moins 1.500.000 et plus probablement de 2 millions de tonnes. Les usagers actuels du Rhône se font fort de la porter à 1.000.000 ou 1.200.000 tonnes dans le Rhône, *tel qu'il est,* moyennant quelques améliorations. Est-il absurde de supposer que les économies de frêt procurées par le canal substitué au Rhône « sauvage », (avec sa faculté de transport à la montée de 1 tonne par C.V., alors que le canal permettrait d'en remonter cinq ou six), auraient pour résultat d'augmenter de 800.000 à 1 million de tonnes ce que les spécialistes intéressés estiment pouvoir obtenir du

(1) Nous sommes entrés dans ces détails parce que, dans l'article de la *Revue Scientifique* du 12 décembre 1931 où il nous critiquait, d'ailleurs aimablement, M. Laborde paraissait se montrer assez sceptique sur les possibilités de trafic du Canal. Nous pensons même que certains minerais tunisiens pourraient en profiter. Quant à la grande querelle qu'il nous a cherchée, après tant d'autres, sur les avantages relatifs de la voie de fer et de la voie d'eau et sur le coût d ucanal, nous allons y venir. Nous nous proposons d'ailleurs de revenir, avec plus de détails sur cette question des éléments de trafic du canal latéral, de même que sur la construction du canal et les avantages comparés du rail et de la voie d'eau dans une communication que nous devons faire le 22 septembre prochain à Marseille, au VII[e] Congrès du Rhône organisé, en même temps que la fête annuelle du Rhône, par l'Union Générale des Rhodaniens.

fleuve *dans son état actuel* ? On arriverait donc bien finalement, à un trafic, sur le canal latéral au Rhône et ses prolongements, aux 4 millions 1/2 à 5 millions de tonnes, que nous avons indiquées comme possibles depuis cinq ans.

Reste la très grosse question du *coût du canal.*

Le cout du canal latéral au Rhône.

On se laisse, généralement, beaucoup trop hypnotiser par les dimensions des chalands du Rhin, ou plus exactement du Bas-Rhin, entre la mer et le Bassin de la Ruhr (Rührort-Duisburg). Les conditions y sont exceptionnelles. Le mouillage moyen, dans cette section, atteint 3 m. 40 ; la pente, et par conséquent le courant, sont très faibles ; et il y a, comme élément capital et *constant* de trafic, les charbons de la Ruhr à la sortie et le minerai de fer à l'entrée. Ceci étant, on conçoit que 59 o/o des chalands qui y circulent aient entre 1.250 et 2.000 et même 3.000 tonnes de portée en lourd. On est toujours sûr de remplir, dans la Ruhr, un chaland d'au moins 1.250 tonnes de charbon.

Mais des instruments de transport aussi exceptionnels (avec un gabarit correspondant pour les canaux, s'il s'agit d'en creuser), ne sont pas partout nécessaires. Rappelons qu'il passait avant la guerre, dans le canal de St-Quentin, entre le Nord et Paris (en aller et retour) 7.850.000 tonnes de marchandises transportées par la simple péniche, dite flamande, de 300 tonnes (en fait 280 tonnes). Deuxième fait : l'année dernière (1932), le port d'Anvers a vu arriver et repartir 43.818 chalands de navigation intérieure, représentant 13.010.000 tonnes, soit un *tonnage moyen* également de 300 *tonnes*. Le chaland de 450 *tonnes* est assez fréquent. Dans le Rhin *moyen*, en amont de Rührort, le tonnage moyen *transporté*, en fait, par chaland, se tient aux environs de 600 *tonnes*. C'est également à ce tonnage de 600 tonnes, et par conséquent au gabarit (canal et écluses) correspondant que l'on songe pour le *Canal du Nord* en France.

Un nouvel élément très importont a été introduit dans le problème de la navigation intérieure par l'usage de plus en plus répandu du chaland *automoteur*. En eaux étales, la puissance nécessaire à la propulsion est naturellement fonction du poids transporté. Comme la vitesse du chaland peut, dans de bonnes conditions, atteindre 12 km à l'heure (au lieu de 4 à 5 km au maximum, pour les chalands remorqués), on peut avoir intérêt à ne prendre, par exemple, qu'un chaland intermédiaire entre le 300 et le 600 tonnes, mettons le type, assez fréquent, nous l'avons vu en Belgique, de 450 tonnes, auquel pensent aussi, paraît-il. les Suisse pour le Canal Transhelvétique, si même ils ne se contentent pas du chaland de 300 tonnes.

En ce qui concerne le type à choisir pour le Canal latéral au Rhône, son choix est commandé, à notre avis, par les au-delà de Lyon, puisque le trafic escompté est surtout international : Marseille-Strasbourg et retour (voir ci-dessus).

Or, sur quoi peut-on tabler pour les au-delà de Lyon, surtout entre St-Symphorien (confluent du Canal du Doubs avec la Saône) et le Col de Valdieu, avant la redescente dans la vallée du Rhin ? Actuellement, la péniche de 300 tonnes n'y passe pas encore ; mais elle va y passer tout prochainement, ce qui d'ailleurs, comme nous l'avons fait remarquer dès 1928, va avoir surtout pour effet d'élargir vers le Sud l'emprise de Rotterdam et d'Anvers. Peut-on créer, au seuil de Valdieu, et dans les environs. des réservoirs suffisants pour assurer les éclusées nécessaires au passage du chaland de 600 tonnes ? La question sera examinée au Congrès de Marseille en septembre (22 et 23). Est-il plus sûr, et par conséquent plus sage, de se contenter du chaland de 450 tonnes ou même de celui de 300 tonnes ? Si ce dernier peut assurer, à l'heure actuelle, un mouvement de 6 millions 1/2 de tonnes, dans le seul sens Nord-Paris, on peut en conclure que le chaland de 300 tonnes suffira, et au-delà, à assurer un mouvement de bout en bout de 3 millions de tonnes entre Marseille et Strasbourg (1) ; ce qui permettrait de ne rien changer aux choses existantes et d'*assurer la circulation dans tous les canaux français*. Mais il faut tenir compte des économies qu'un chaland de 450 tonnes à formes effilées peut procurer sur les péniches classiques de 300 tonnes (frais proportionnels moindres de traction ; même frais d'équipage répartis sur 50 o/o de frêt en plus : frais moindres par suite de chargement et déchargement plus rapides, etc...). Ces questions seront examinées, encore une fois, à Marseille, au VII[e] Congrès du Rhône de l'Union Générale des Rhodaniens.

On pense bien, en effet, que ce n'est pas dans un article comme celui-ci, que des questions aussi techniques peuvent être exposées, ni surtout tranchées. Tout ce que nous voulons dire, à ce propos, c'est que la construction d'un canal pour le chaland de 450 tonnes, et à plus forte raison, pour le 300 tonnes, procurerait certainement des économies sérieuses (canal lui-même, écluses, etc...) par rapport au dernier pro-

(1) 3 millions de tonnes de circulation internationale : 2 millions de tonnes de circulation intérieure, minimum. (Voir ci-dessus).

jet étudié pour le canal latéral au Rhône, en 1907, par MM. les Ingénieurs Girardon et Armand, et qui, tout compris (acquisition des terrains, terrassements, travaux à exécuter pour les déviations et rectifications de voies ferrées, routes, chemins, ponts, travaux d'étanchéité ; écluses, souterrains ; pont-canal pour la traversée du Rhône, de la rive droite à la rive gauche, aux environs de Vienne ; pont-canal sur la Drôme ; « descentes » sur le Rhône ; frais généraux, etc...) avait été estimé à 524 millions de francs.

En multipliant cette estimation par 7, pour tenir compte à la fois de la baisse du franc, et de l'augmentation du prix de la main-d'œuvre et de certains matériaux, il nous est arrivé (sous toutes réserves) de donner le chiffre approximatif de 3.500 millions pour le coût du canal latéral entre Arles et Lyon.

Mais la Chambre de Commerce de Marseille a demandé plusieurs fois depuis 1928 (et sans succès jusqu'ici), que l'on reprenne les calculs de 1907 sur de nouvelles bases, et en tenant compte de *tous* les facteurs nouveaux (rapidité beaucoup plus grande de construction des canaux actuels, voir le grand canal d'Alsace) ; ou en reprenant partiellement des projets anciens (ceux-ci, contrairement à celui de 1907, ne comportaient pas de pont-canal sur le Rhône ni autant de souterrains) ; ou même d'idées tout à fait nouvelles (comme celle lancée récemment, d'un canal en partie « métallique », par l'isolement d'une partie du lit du Rhône), etc..., (1).

Par pure hypothèse, car il ne peut être question (en attendant une étude sérieuse des techniciens) que de cela, supposons que l'on arrive à démontrer que le canal latéral pourrait ne coûter, entre Arles et Lyon, que 2 milliards de francs. Est-ce vraiment un prix prohibitif ?

Rappelons en passant que les dimensions du futur canal entre Lyon et Arles, — où il rejoindra celui d'Arles à Marseille, que la Chambre de Commerce de Marseille a pris l'initiative de construire, pour la plus grande part à ses frais — peuvent être commandées en partie par la *possibilité de la descente par le fleuve lui-même*. C'est ce qui se passe, actuellement sur le Rhin, entre Bâle et Strasbourg, tandis que la montée a lieu par le canal d'Illuningue. Cette double voie aura aussi une répercussion très intéressante sur la *vitesse du transport*.

Quoi qu'il en soit, partons, encore une fois, de cette *hypothèse* d'un canal latéral coûtant, au gabarit de 300 tonnes, 2 milliards entre Lyon et Arles. Ce prix serait-il vraiment prohibitif ?

Remarquons que ce canal à eaux étales ou presque (par ses 31 écluses ; projet de 1907) permettrait la remontée *de 5 à 6 tonnes par C.V.*, au lieu d'une tonne par C.V. dans le Rhône actuel, et de 7 à 800 kgr. par C.V. sur le rail. Nous l'avons déjà dit : *tout est là* (1).

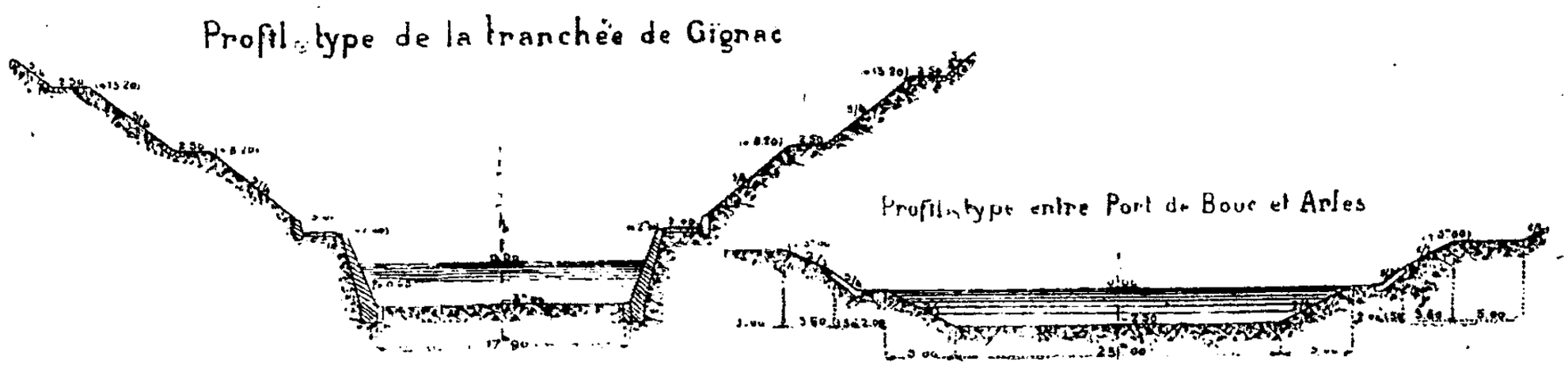


Fig. 6.

Un tel avantage (et celui du courant à la descente) permettrait de demander aux usagers qui en profiteraient un léger péage. En le fixant à 0 fr. 015 par tonne kilométrique, on aurait pour les 3.000.000 tonnes Marseille-Strasbourg (voir ci-dessus, les éléments de trafic), pour les deux sens, multipliés par les 874 km. de voie d'eau (écluses non comprises) une recette de 39.330.000 francs.

Pour les 2 millions de tonnes de la circulation que nous avons appelée *nationale*, une répartition (arbitraire sans doute, mais défendable) de ce tonnage pourrait donner : *Marseille-Lyon et Lyon-Marseille :*

1.000.000 tonnes × 340 km. × 0 fr. 015 par tonne kilométrique : 5.100.000 francs.

(1) Nous espérons qu'on pourra, au Congrès Rhodanien de Marseille, en septembre prochain, à l'occasion des fêtes du Rhône de l'Union Générale des Rhodaniens, présenter une étude à ce sujet.

(1) Des études officielles récentes sur le *prix de revient* de la tonne kilométrique pour le canal du Nord au gabarit de chaland de 600 tonnes ont montré que ce prix de revient (intérêt, amortissement de la construction du canal compris) revenait à 0 fr. 06744. On sait d'autre part que le tarif moyen de transport de la tonne kilomètrique sur le rail, peut être estimé, à l'heure actuelle, à environ 0 fr. 2422. Or, ce tarif moyen du rail ne comprend pas nécessairement l'intérêt et l'amortissement de la voie, du matériel et des emprunts.

Nous répartissons (arbitrairement, mais, encore une fois, raisonnablement, croyons-nous), le milion de tonnes restant en : 500.000 tonnes pour la *moitié* du parcours Marseille-Lyon (170 km.), ci 1.275.000 fr.; 500.000 tonnes pour la *moitié* du parcours Lyon-Strasbourg (534 km.), ci 4.000.000 francs.

Soit, au total, une recette de 49.705.000 fr., mettons 50 millions de francs.

D'autre part, nous signalons, depuis 1929, un élément de recette possible qui permettrait d'atténuer sensiblement le coût du canal. Ce serait l'opération *immobilière* qu'autorise la loi de 1921 (1) et qui consisterait à élargir sur un certain nombre de points bien choisis, l'emprise du canal, de façon à y permettre l'installation de véritables ports avec outillages et terrains libres louables pour usines, magasins de stockage, etc..., en *bordure du canal*.

En appliquant ce système à une dizaine de points bien choisis, entre Arles et Lyon, sur, mettons, 1.000 hectares en tout, à 20 fr. le m² d'achat (200.000 fr. l'hectare, ce qui est cher), cela augmenterait sans doute le prix d'achat des terrains de 100 millions, mais comme il est raisonnable de penser que l'on pourrait louer ces terrains (très avantageux), à, mettons, 8 francs le m², les 800 hectares (nous laissons 200 pour ouvrages des ports proprement dits), qui pourraient être loués rapporteraient 32 millions de francs. Même en tenant compte de l'intérêt et de l'amortissement annuels de la somme supplémentaire de 100 millions (environ 4 1/2 millions au taux du Crédit Foncier d'avant-guerre), il resterait un solde substantiel : 27 millions et demi de francs, qui, ajoutés aux 50 millions de recettes des péages, procureraient environ 77 millions de francs.

Or, quelle est la somme à prévoir pour l'intérêt et l'amortissement, en 75 ans, des 2 milliards que nous avons supposés nécessaires pour le canal latéral ?

Si l'on revenait (supposition qui n'a rien d'abrude, étant donné le taux appliqué l'an dernier à la grande conversion des rentes françaises, l'intérêt de l'entreprise, sa perpétuité, et la masse du capital disponible des Assurances Sociales, par exemple), au taux du Crédit Foncier d'avant guerre (2), il faudrait une annuité de 44.344.830 francs pour un milliard, et de 88.689.660 fr. pour 2 milliards de francs.

On voit que les recettes ci-dessus supposées de 77 millions couvriraient presque cette somme. Il ne serait pas difficile d'obtenir 10 à 12 millions de plus des taxes dans les ports et autres recettes accessoires.

Nous ne nous dissimulons pas le moins du monde ce que tous ces calculs ont d'artificiel ; mais ils ont, tout de même, des fondements qui nous paraissent raisonnables. Tout ce que nous désirions montrer (et nous espérons y avoir réussi), c'est que, contrairement à une affirmation souvent répétée, le canal latéral n'est pas, même financièrement, une solution absurde ; qu'il est même, comme nous le soutenons depuis 1928, « financièrement réalisable ». Nous demandons instamment, en tous cas, depuis cinq ans, qu'on *l'étudie* sous tous ses aspects, avec les données techniques nouvelles pour ses dimensions et sa construction, et en tenant compte *des éléments de trafic* que nous ne cessons de faire valoir, et dont nous avons donné ci-dessus un aperçu sommaire mais assez précis.

Conclusions.

Notre bonne foi est entière et nous ne nous préoccupons que de ce que nous croyons être l'intérêt général français.

Nous attendons qu'on nous démontre que la voie d'eau n'a pas, par rapport à la voie de fer, des avantages *permanents* tenant :

a) à une résistance moindre à la traction (5 *à 6 fois moindre*, en eaux étales ; voir ci-dessus),

b) à ce que le poids du bateau et de son moteur représentent environ 25 o/o du poids de son chargement, tandis que sur le rail le poids du wagon et de la locomotive représentent (sauf erreur), environ 50 o/o du poids du chargement ; tout allègement dans les poids et tous perfectionnements dans les moteurs pouvant s'appliquer à la voie d'eau aussi bien qu'à la voie de fer.

Nous espérons avoir démontré d'autre part :

1° que ces avantages permanents (sans parler des économies notables de personnel et d'entretien au profit de la voie d'eau par rapport au rail), compensent, et au-delà, la plus grande lenteur de la voie d'eau, étant donné en outre :

a) que le chaland *automoteur* peut, dans un canal bien compris, à eaux étales, atteindre une vitesse de 12 kilomètres à l'heure, alors qu'on comptait (avant la guerre, tout au moins), sur une vitesse moyenne de 35 km. à l'heure pour le train de marchandises, et que si la vitesse du train est maintenant supérieure cela affecte son prix de revient ;

b) que la possibilité de se servir du chaland

(1) Dans son article 6, qui vise formellement l'article 2 de la loi du 6 novembre 1918 sur l'expropriation pour cause d'utilité publique, lequel est ainsi conçu :

« Art. 2 : L'utilité de l'expropriation peut être déclarée non seulement pour les superficies comprises dans le périmètre des ouvrages projetés, mais encore dans toutes celles qui seront reconnnues nécessaires pour assurer à ces ouvrages leur pleine valeur immédiate ou d'avenir ».

(2) Intérêt 4,30 %, annuité totale, (intérêt et amortissement 4,484.483 %.

comme *magasin flottant* est un avantage économique non négligeable, le wagon ne pouvant jouer le même rôle.

2° qu'il est de l'intérêt de la France de tirer enfin parti de sa *situation naturelle privilégiée sur la « boucle du monde », à la tête sud de l'isthme européen, et de la voie la plus courte de pénétration, par eau, vers l'Europe Centrale*, étant donné :

a) qu'il passait devant Marseille avant la crise (1929) environ 40 millions de tonnes de marchandises, dont 10 à 12 millions à destination ou en provenance (1) de la vallée du Rhin ;

b) que ce trafic peut encore s'accroître quand la Russie aura vraiment repris ses exportations, quand les pétroles de Mésopotamie arriveront à la Côte de Syrie (probablement fin 1934), et que la Chine et le Brésil (pour ne parler que de ces deux grands pays) donneront leur plein ;

c) étant donné, enfin, à un autre point de vue, que nous nous contentons d'escompter de prendre sur le trafic *maritime rhénan* (22 millions de tonnes en 1932 contre 31 millions en 1931), une part modeste de 3 millions de tonnes, qui pourrait s'accroître, mais qui, pour le moment, avec le développement certain du trafic *national* français par le Rhône, suffit à justifier la construction du canal et à contribuer à en faire (sans compter d'autres ressources possibles), une affaire « pouvant joindre les deux bouts », en dehors de tous les profits *indirects* qu'il comportera.

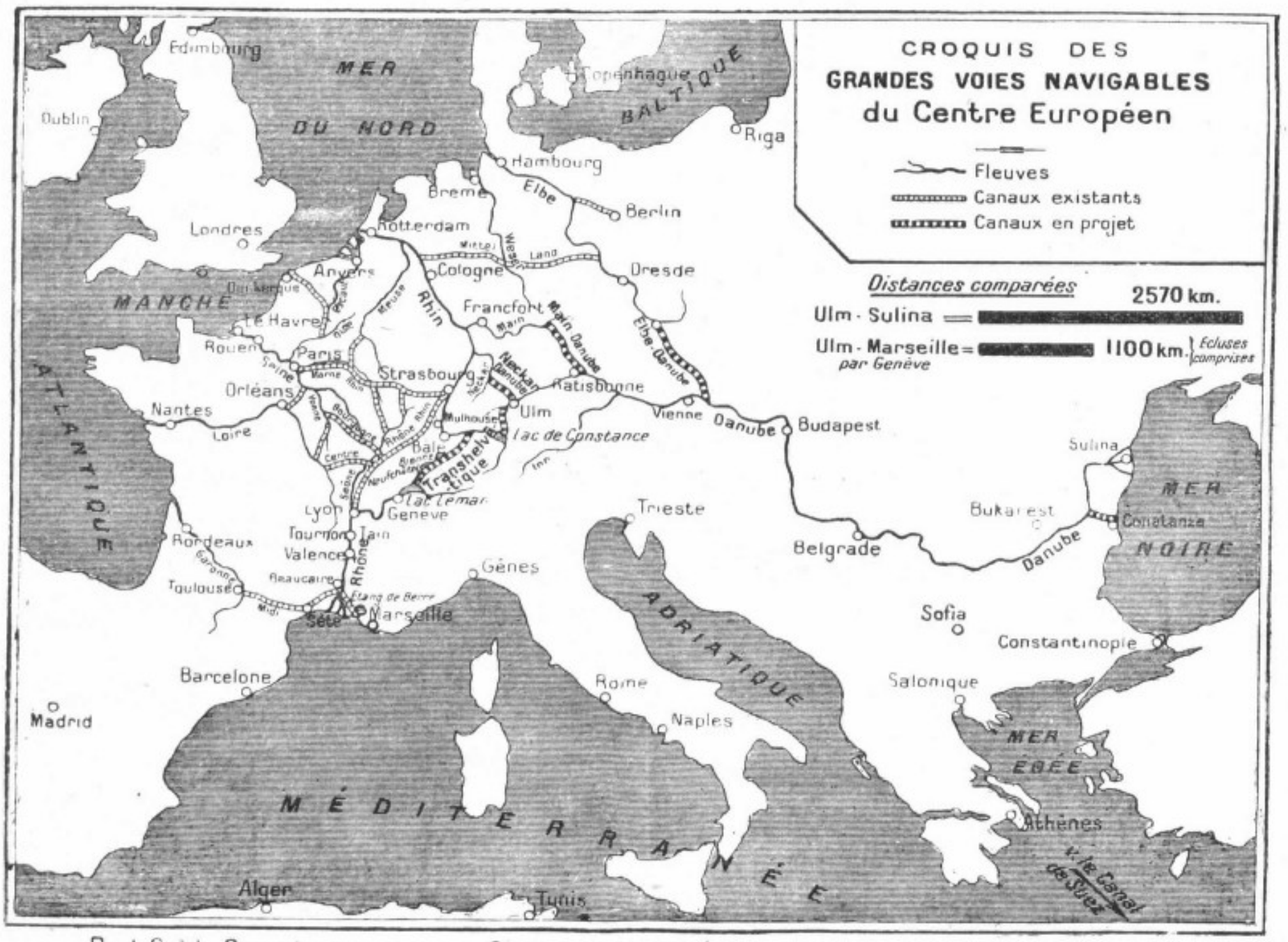


Fig. 7.

Va-t-on laisser se continuer le véritable « scandale » économique actuel qui consiste (pour ne citer que cet exemple entre beaucoup d'autres), en ce que le plomb de Carthagène (Espagne), va actuellement à Lyon par Anvers ? Le pays qui a fait Suez et qui, sans la politique, aurait fait le Canal de Panama, ne se décidera-t-il pas en-

(1) Si nous avons parlé ci-dessus de 6 *millions de tonnes*, on remarquera qu'il ne s'agissait que d'un *choix* dans les marchandises *importées* dans la vallée du Rhin ; et pas du tout des *exportations*.

fin, après l'avoir étudié pendant *cent vingt-cinq ans*, à exécuter ce grand œuvre de la liaison, par une voie véritablement économique, entre la Méditerranée et l'Europe centrale par la vallée du Rhône, alors que les officiers allemands prisonniers en France pendant la guerre lui ont montré, en inscrivant spontanément, cette question à l'ordre du jour des conférences qu'ils étaient autorisés à se faire entre eux (1), l'intérêt primordial qui s'attache à ce grand problème international non moins que national ?

(1) Voir l'article de M. de Pesquidoux dans la *Revue Universelle* du 1er juin 1933.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

L'électron positif. — Jusqu'à présent, on ne connaissait que deux sortes très différentes de corpuscules électrisés élémentaires : 1°) l'électron ou grain élémentaire d'électricité négative ayant une charge $e = 4{,}776 \times 10^{-10}$ unité électrostatique C. G. S. et une masse m valant environ le $1/1840^e$ de la masse de l'atome d'hydrogène; 2°) le proton ayant une charge équivalente et de sens contraire à celle de l'électron et une masse très voisine de celle d'un atome d'hydrogène. Il existait donc une certaine dissymétrie entre les charges élémentaires d'électricité positive et d'électricité négative par laquelle on rendait compte d'une différence très nette d'allure entre les propriétés des deux sortes d'électricité. Les caractères généraux du proton et de l'électron ne sauraient être remis en discussion. Mais il est intéressant de signaler que des recherches récentes ont amené à concevoir l'existence d'un corpuscule positif ayant même masse que l'électron et une charge électrique équivalente et de sens contraire, auquel il semble tout naturel de donner le nom d'électron positif. Nous exposerons brièvement ces recherches, d'après une communication faite par Mme Irène Curie et M. Frédéric Joliot à la *Société française de Physique* (19 mai 1933).

Il y a environ un an, au cours de recherches sur le rayonnement cosmique, le physicien américain Anderson, examinant les trajectoires produites dans la vapeur d'eau sursaturée selon la méthode classique du brouillard de Wilson, en mettant en œuvre un champ magnétique intense (de l'ordre de 15 000 gauss) constata que certaines parties des trajectoires correspondaient à des valeurs de $\frac{e}{m}$ égales à celle de l'électron, mais de signe opposé. Pour désigner le nouveau projectile, il proposa le nom de *positron*. Cette suggestion fut formulée avec beaucoup de réserve et elle attira peu l'attention des physiciens. Cependant des recherches récentes lui ont donné un appui solide. Les physiciens américains Blackett et Occhialini reprenant les expériences d'Anderson après avoir apporté à la technique d'importants perfectionnements, ont photographié de nombreuses trajectoires tracées par des particules électrisées positivement et douées d'une masse voisine de celle de l'électron.

D'autre part, au cours de leurs recherches sur la production des neutrons par bombardement du glucinium au moyen de particules α, Irène Curie et Frédéric Joliot avaient signalé l'existence d'électrons négatifs de grande énergie se dirigeant vers la source. Examinant ces expériences à la lumière des conceptions nouvelles, Blackett et Occhialini furent amenés à penser qu'il s'agissait probablement d'électrons positifs et, après avoir, en collaboration avec Chadwick, confirmé les résultats expérimentaux d'Irène Curie et Frédéric Joliot, ils mirent en évidence un certain nombre de faits en faveur de leur hypothèse.

Tout récemment, Irène Curie et Frédéric Joliot ont précisé les résultats précédents et montré que le plomb irradié par le rayonnement complexe provenant du glucinium bombardé par les rayons α du polonium émet environ 4 électrons positifs pour 10 électrons négatifs, l'énergie maxima des électrons positifs étant voisine de 2×10^6 *électron-volts*. D'après IrèneCurie et Frédéric Joliot, l'émission d'électrons positifs serait imputable aux rayons γ et se produirait toutes les fois que des photons d'énergie suffisante rencontrent des noyaux lourds comme ceux de plomb ou quelques noyaux légers comme ceux d'aluminium et de bore. Le photon rencontrant un noyau pourrait créer deux électrons de charges opposées.

« Il y a lieu cependant, dans les interprétations, indiquent Irène Curie et Frédéric Joliot, de songer à l'existence possible des *neutrinos* (association d'un *positron* et d'un électron négatif ou *négatron*) ou d'électrons négatifs de masses négatives ». Il y aurait également lieu, d'après eux, d'envisager l'hypothèse suivant laquelle un proton serait constitué par un neutron et un électron positif.

A. Bc.

Cytologie

Les aspects cytologiques des phénomènes d'hérédité, d'après le Traité de Cytologie végétale de MM. Guillermond, Mangenot et Plantefol. — La cytologie végétale a réalisé dans ces dernières années de très grands progrès, et il faut savoir gré à MM. Guillermond, Mangenot et Plantefol, dans leur remarquable Traité de Cytologie végétale (in-4°, 1195 p., 464 fig. Paris. Le François, lib., 1933), de présenter l'état actuel de nos connaissances sur la cellule végétale, quant aux problèmes de la morphologie nucléaire et du métabolisme cellulaire, mais aussi en ce qui concerne l'hérédité. Quatre-vingt pages (pp. 892-971) sont consacrées aux Aspects cytologiques des phénomènes d'hérédité. Pendant longtemps, à la suite d'Hæckel, on pensa que le noyau était le support matériel de l'hérédité. Pour Meves, au contraire, les chondriosomes seraient les porteurs exclusifs des caractères héréditaires, tandis que J. Lœb admettait que le noyau et le cytoplasme ont tous deux un rôle mais un rôle diffé-

(1) Chemistry and Industry, 21 avril 1933.

rent dans l'hérédité. Mais il semble bien que les théories qui attribuent à tel ou tel constituant du protoplasma un rôle trop exclusif dans la transmission des caractères héréditaires, sont inacceptables. Actuellement, les faits les mieux établis indiquent seulement l'existence de rapports entre certains phénomènes d'hérédité d'une part, et des constituants protoplasmiques, soit surtout des chromosomes, soit des chondriosomes, d'autre part.

L'influence qu'exerce sur la morphogénèse un accroissement accidentel du nombre des chromosomes, est bien connue. L'étude cytologique a montré que très souvent les espèces mutantes se distinguent par leur nombre de chromosomes. Les mutants polyploïdes, caractérisés par leur nombre chromosomique 3 ou 4 fois supérieur à celui du type primitif, ont une origine assez mal connue; il semble que les traumatismes, l'action d'agents physiques, peuvent déterminer l'apparition de mutants polyploïdes; les mutants tétraploïdes sont généralement caractérisés par leur gigantisme. Les mutants polysomiques sont caractérisés par l'addition accidentelle d'un chromosome supplémentaire. L'étude de ces mutants a permis de reconnaître que la morphologie de l'adulte peut différer pour deux frères à la suite d'une irrégularité survenue au cours d'une méiose; il existe autant de formes trisomiques que de trisomes différents.

Les phénomènes de l'hérédité mendélienne s'interprètent aisément, lorsqu'on admet que les caractères morphologiques sont sous la dépendance des chromosomes (Sutton, Boveri). La liaison des caractères (*linkage* des Anglo-Saxons), très difficilement séparables dans les croisements, et qui se comportent comme s'ils étaient dépendants les uns des autres, a reçu une explication suffisante en admettant que les caractères liés se développent sous l'influence de deux parties différentes, de deux *gènes*, d'un même chromosome.

La répartition des caractères morphologiques selon les groupes de chromosomes, a été étudiée par Punnett sur *Lathyrus*, par Morgan et ses collaborateurs sur *Drosopnila*. Ces auteurs ont admis que la morphologie dépend d'échanges matériels entre les chromosomes homologues correspondant aux complexes allélomorphes; si ces complexes comprennent de nombreux caractères, ces échanges seront très variés. L'étude de l'hérédité mendélienne des sporophytes (Wettstein, C.-E. Allen) a fourni des conclusions entièrement favorables à ces conceptions. De même, les phénomènes génétiques chez les *Œnothera* ont pu être expliqués très vraisemblablement par le comportement des chromosomes (de Vries, Cleland, R. Gates). Le comportement des hybrides interspécifiques a reçu une explication des cytologistes à la suite de leurs études sur les divisions réductrices. Quant à la création d'espèces nouvelles fertiles par hybridation interspécifiques, il semble qu'elle résulte d'un doublement du nombre des chromosomes; la genèse des Blés tétraploïdes et hexaploïdes, à partir d'un type primitif diploïde, l'étude et la classification des formes dans le genre *Rosa*, paraît confirmer cette opinion.

Mais l'étude des hybrides interspécifiques est loin d'apporter toujours une démonstration facile du rôle des chromosomes dans l'hérédité, sans doute parce que de tels croisements unissent non seulement deux gamètes différents par la constitution de leur noyau, mais aussi par leur cytoplasme. Les phénomènes de panachures chez les *Œnothera* (Renner) ont été interprétés par le rôle prépondérant joué par le cytoplasme femelle, quantitativement plus abondant, et ses constituants.

Les très nombreux cas de *cyto-génétique* ne cessent d'accroître nos connaissances sur les relations entre le comportement génétique et certains dispositifs cytologiques.

Les résultats obtenus semblent conduire à la notion de gènes, dont le mécanisme d'action rappellerait celui des hormones dans les phénomènes sexuels secondaires (Blackeslee et Grégoire, Mangenot). L. H.

SCIENCES APPLIQUÉES

Métrologie

La normalisation des dimensions. — L'un des premiers problèmes qui se posent lorsqu'on veut simplifier la série des objets commerciaux usuels, ou unifier certaines dimensions essentielles pour assurer l'interchangeabilité des éléments d'un ensemble, est le problème de la série normale des nombres à utiliser.

A priori, le nombre rond multiple de 10 ou de 5 parait avantageux. Si l'on y réfléchit, on voit immédiatement que les pays anglo-saxons se soumettront difficilement à cette réglementation. Même si l'Angleterre et les Etats-Unis l'adoptaient, on serait loin de posséder ainsi une échelle de nombres répondant vraiment aux besoins des applications industrielles. Il importe, en effet, que les différences relatives entre deux nombres consécutifs de la série restent constantes, c'est à dire que le rapport entre un nombre et le précédent soit invariable, ce qui implique nécessairement une progression géométrique comme série normale. Dans cette série on intercalera, suivant les besoins de l'échelonnement, variables avec les diverses industries, un certain nombre de moyens géométriques pour former des séries (secondaire, tertiaire...) plus serrées que la série principale:

Depuis 1923, l'ancienne Commission permanente française de standardisation a adopté la série imaginée par le colonel Charles Renard. Le 3 juin dernier à Milan, une conférence de l'*International Standards Association* I.S.A., a eu pour résultat l'adhésion formelle de cinq Etats : Allemagne, Autriche, Belgique, France et Suisse, la plupart des autres mandataires ayant d'ailleurs donné leur adhésion de principe à la série Renard et à ses dérivés. C'est là une importante étape de la normalisation internationale.

La série Renard est une progression géométrique ayant pour raison $\sqrt[10]{10}$

On voit immédiatement : que cette série comprend les puissances entières successives de 10 ; qu'entre deux puissances entières de 10 consécutives, on a 10 intervalles marqués par neuf nombres qui sont toujours les mêmes à la virgule près, et qu'ainsi la série normale est **indépendante de l'unité décimale choisie.**

D'autre part $\sqrt[10]{10}$, c'est — à moins de $\frac{1}{1.000}$ près — $\sqrt[3]{2}$. La série Renard coïncide donc, presque exactement, avec la progression géométrique de

raison 2. Ses termes se trouvent doublés de trois en trois et, pour deux objets qui se suivent, les éléments linéaires ont pour rapport 1,259, les éléments superficiels 1,59 et les éléments volumétriques 2, exactement.

Si l'on désire un échelonnement plus serré on doublera le nombre des termes en prenant la série de raison $\sqrt[20]{10} = 1.122$ (série secondaire) : on le quadruplera même, si l'on veut, en prenant pour raison $\sqrt[40]{10} = 1{,}059$ (série tertiaire).

Mais l'on aura plutôt besoin d'échelons plus largement espacés. Il suffira alors de ne prendre les termes de la série normale que de 2 en 2, de 3 en 3 etc. Le seul inconvénient sera, si l'on ne prend pas ces termes de 2 en 2 ou de 5 en 5, d'éliminer certains multiples de 10, de sorte que les mêmes nombres, à la virgule près, ne reviennent plus entre deux puissances entières de 10 consécutives. On pourra aussi prendre, de n en n, les termes de la série secondaire ou de la série tertiaire.

Nous nous bornerons à donner la série principale ou primaire :

Puissances de 10 :

1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

Nombres normaux correspondants :

10	12,5	16	20	25	31,5	40	50	63	80	100

Les nombres normaux inscrits ci-dessus sont des nombres légèrement arrondis ; celui qui s'écarte le plus du nombre réel, le nombre 16, ne s'en écarte en plus que de 0,95%.

On peut remarquer, en outre, que la série Renard constitue une sorte de table de logarithmes, qu'il est très facile d'apprendre en une ou deux minutes, et à l'aide de laquelle on fera de tête tous les calculs utiles avec une approximation généralement suffisante. M. Androuin s'est fait l'apôtre de cette application qu'il pratique à merveille. Membre de différentes commissions scientifiques ou techniques, il a grâce à cet artifice, stupéfié souvent ses collègues par la promptitude avec laquelle il donnait le résultat d'un calcul. Il convient, enfin, de noter que le pouce anglais ou américain avec ses multiples ou sous-multiples par 2 exprimés en millimètres, forment une série très voisine des nombres normaux pris de 3 en 3.

Pouces :

4	2	1	1/2	1/4	1/8	1/16	1/32	1/64

Valeurs en millimètres :

101,6	50,8	25,4	12,7	6,35	3,17	1,59	0,794	0,397

Nombres normaux :

100	50	25	12,5	6,3	3,15	1,6	0,8	0,4

Tant d'avantages plaident en faveur des nombres normaux tirés de la série Renard ; mais il s'écoulera encore beaucoup de temps certainement avant que les producteurs l'utilisent pour leurs fabrications.

EDMOND MARCOTTE.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 26 juin 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *V. Fock* et *N. Muschelisvili.* — **Sur l'équivalence de deux méthodes de réduction du problème plan biharmonique à une équation intégrale.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *E. Baticle* (prés. par M. E. Borel). — **Le problème de la répartition.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *J. Wolff* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur l'intégrale d'une fonction holomorphe à partie réelle positive.**

— *R. Salem* (prés. par M. E. Borel). — **Sur une propriété de certaines séries de Fourier.**

— *A. Ghika* (prés. par M. E. Borel). — **Sur le prolongement des fonctions monogènes uniformes.**

MÉCANIQUE QUANTIQUE. — *J.-L. Destouches* (prés. par M. L. de Broglie). — **Sur deux particularités des Mécaniques dans un espace de fonctions d'onde (Ψ) : I. Le principe d'Hamilton dans la Mécanique ponctuelle Ψ ; II. Les bases de la méthode de l'Hyperquantification.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES EXPÉRIMENTALE. — *A. Farre* (prés. par M. H. Villat). — **Les mouvements hydrodynamiques dans un tunnel plat: mesure des vitesses, périodicités.**

AÉRODYNAMIQUE. — *E. Brun.* — **Echauffement de corps cylindriques en déplacement rapide dans l'air. Mesure du coefficient d'échange thermique entre ces corps et l'air.**

— *A. Lafay* (prés. par M. Fabry). — **Sur un effet attribuable à la turbulence.**

GÉODÉSIE. — *P. Lejay* et *G. Costes* (prés. par M. Perrier). — **Sur l'emploi du gravimètre à grande distance des stations de référence; application à l'établissement de bases de gravité en Indochine.**

— *R. Goudey* (prés. par M. Perrier). — **Mesures de gravité faites au moyen de l'appareil Holweck-Lejay.**

CHALEUR. — *W. Swietoslewski, A. Zmaczynski, I. Zlotowski, J. Usakiewicz* et *J. Salcewig* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur un calorimètre à glace pour la mesure de très petits effets thermiques.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE APPLIQUÉE. — *R. Esnault-Pelterie* prés. par M. J. Rey). — **Sur l'application de l'analyse dimensionnelle à l'étude de l'écoulement turbulent.**

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *P. Girard* et *P. Abadie* (prés. par M. J. Perrin). — **Structure des molécules des polyalcools d'après leur dispersion et leur absorption dans le Hertzien. Associations moléculaires.**

PHYSIQUE. — *D'Arsonval.* — **Sur un générateur d'impulsions électriques fonctionnant à trois millions de volts.**

Il s'agit de l'appareil essayé récemment au laboratoire Ampère, à Ivry. L'auteur rappelle que le dispositif, très simple *en théorie*, consiste à charger en *parallèle*, 100 condensateurs à 30 000 volts et à les décharger *en série* à 3 millions de volts. Sa réalisation *pratique* n'a pu être obtenue qu'à la suite des longs et pénibles essais auxquels se sont livrés, sous la direction de M. Schuep, les ingénieurs, MM. Bellon et Sollima. En publiant cette Note, l'auteur a seulement pour but de rappeler que toutes les conceptions sur lesquelles repose ce générateur sont d'origine française.

ÉLECTRICITÉ. — *H. Chenot* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la décharge à haute fréquence.**

Les expériences réalisées montrent que l'établissement d'un système d'ondes stationnaires a l'avantage de créer, dans un tube contenant un gaz à faible pression, traversé par une décharge de haute fréquence, une répartition régulière d'électrons animés de vitesses différentes, ce qui limite nettement des régions de vitesses convenables pour la formation des plasmoïdes; en outre, la présence de ces plasmoïdes au centre des internœuds prouve que les régions favorables sont celles où les électrons atteignent les vitesses les plus grandes.

MAGNÉTISME. — *W.-J. de Haas, E.-C. Wiersma* et *H.-A. Kramers* (prés. par M A. Cotton). — **Obtention d'une température extrêmement basse par démagnétisation adiabétique d'un sel de terre rare.**

Les mesures de température ont donné comme estimation, par la méthode indiquée, une valeur inférieure à $0°,18$ K. Les valeurs les plus basses obtenues antérieurement étaient de $0°82$ K (Kamerlingh Onnes) et plus tard, $0°,71$ K (M. Keesom).

MM. A. Cotton et A. d'Arsonval font quelques remarques au sujet de la communication de MM. de Haas, Wiersma et Kramers.

— *St. Procopiu* (prés. par M. A. Cotton). — **Aimantation du fer par la superposition d'un champ alternatif à un champ magnétique constant.**

L'auteur a obtenu une relation donnant l'aimantation du fer en fonction du champ alternatif superposé à un champ magnétique constant, et une relation donnant la susceptibilité magnétique de la courbe idéale d'aimantation.

SPECTROSCOPIE. — *D. Chalonge* et *E. Vassy* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Comparaison entre les spectres bleu et violet de la molécule d'hydrogène.**

Le spectre de la lueur bleue est, comme on le sait, absolument continu et dépourvu de toute raie moléculaire ou atomique de l'hydrogène. Dans le spectre de la lueur violette sont présentes, superposées au spectre continu précédent, les raies du spectre secondaire avec une forte intensité et, assez faibles, les premières raies de Balmer.

DIFFUSION MOLÉCULAIRE. — *M. Magat* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur deux nouvelles bandes Raman de l'eau.**

OPTIQUE. — *P. Maréchal* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur la comparaison de la bande de transparence de l'argent métallique et de celle de l'argent colloïdal.**

De l'égalité de pouvoir absorbant des différentes sortes d'argent, on peut conclure que l'absorption, dans le cas des solutions colloïdales est bien due au passage de la lumière à travers le métal qui constitue les grains, et non comme on pourrait le penser, à la présence de grains opaques qui ne laissent entre eux que peu de chemin libre à la lumière.

— *R. Siksna* (prés. par M. M. de Broglie). — **Sur deux nouvelles séries de résonance dans la vapeur d'antimoine.**

Ces deux nouvelles séries de résonance appartiennent selon toute probabilité, au même système de niveaux énergétiques de la molécule Sb^2 que celles obtenues par Genard. A mesure que la pression diminue, l'intensité des séries diminue et, à une pression correspondant à la température de 520° C., on voit apparaître un spectre beaucoup plus riche en raies.

RADIATIONS. — *G. Reboul* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur l'émission d'un rayonnement très mou par les isolants électrisés.**

— *G. Dechêne* (prés. par M. A. Cotton). — **Etude dans le spectrographe à vide du rayonnement des cellules semi-conductrices.**

On a utilisé l'oxyde jaune de mercure et le carbonate de soude effleuri. Dans de nombreux cas, on a obtenu qu'une bande diffractée A s'étendant de 50 à 170 angströns environ, parfois accompagnée d'une bande étroite B au voisinage de 20 angströms (peut être $K_2O = 23,8$ Å). Sur quelques clichés la bande A s'élargit : du coté des grandes longueurs d'ondes, elles atteint 200 Å; du côté des faibles longueurs d'ondes, elle recouvre et dépasse la bande B; sa limite imprécise à cause de l'irradiation des faisceaux, direct et réfléchi, est inférieure à 10 Å, en même temps, on voit apparaître une nouvelle bande moins intense dont les limites sont environ 250 et 700 Å.

— *P. Soleillet* (transm. par M. P. Weiss). — **Photométrie de la fluorescence d'un jet d'atomes de cadmium: Durée moyenne de vie de l'état 2^3P_1.**

RADIOACTIVITÉ. — *R. Macaigne* (prés. par M. J. Perrin). — **Etude de l'absorption des rayons β par une méthode photographique.**

Cette nouvelle méthode consiste à mettre en jeu comme détecteur de rayonnement une plaque photographique qui, comme la chambre d'ionisation, traduit d'une manière analogue l'effet global du rayonnement étudié.

CHIMIE PHYSIQUE. — *V. Lombard* et *Ch. Eichner* (prés. par M. G. Urbain). — **Diffusion de l'hydrogène à travers le palladium. Influence de la pression, de la température et de l'état de pureté du métal.**

— *A. Portevin, P. Bastien* et *M. Bonnet* (prés. par M. L. Guillet). — **Remarques sur l'étude de la corrosion des métaux et la corrosion des divers alliages de magnésium.**

MÉTALLURGIE. — *E. Herzog* et *G. Chaudron* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Résistance à la corrosion par l'eau de mer de certains alliages aluminium-magnésium.**

Il résulte de ces recherches qui si l'on veut obtenir un alliage résistant à la corrosion, il faut éliminer le cuivre et le silicium et rechercher les qualités mécaniques par des additions importantes de magnésium.

CHIMIE MINÉRALE. — *Picon* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur les sulfures de zirconium.**

L'acide sulfhydrique réagit sur la zircone à partir de 1100° et, en élevant la température à 1700° on isole un sulfure S^5Zr^3 qui dans le vide donne, à 1400°, S^3Zr2; puis, en le réchauffant à 1300° dans l'hydrogène sulfuré fournit un autre sulfure S^2Zr. Ces trois corps sont cristallisés et définis. La densité augmente quand on passe respectivement d'un produit à un autre moins sulfuré : 3.87, 4.10 et 4.62.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *I. Debucquet* et *L. Velluz* (prés. par M. G. Urbain). — **Microdosage du magnésium à l'état de ferrocyanure triple de magnésium, calcium et hexaméthylènetétramine.**

La méthode est basée sur le principe suivant :

Le ferrocyanure de calcium, potassium et hexaméthylènetétramine dissous à saturation dans une solution à 10 o/o d'hexaméthylènetétramine, ne précipite pas en présence de sels calciques, mais précipite en totalité le magnésium sous forme de ferrocyanure triple qui se prête à un dosage colorimétrique simple sous forme de ferrocyanure ferrique. Les auteurs indiquent le mode opératoire.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *F. Evard* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les combinaisons moléculaires organiques du tétrachlorure de titane.**

— *R.-E. Breuil* (prés. par M. G. Urbain). — **Complexes de l'éthylènediamine avec les halogénures ferreux.**

CHIMIE ORGANIQUE. — *M. Godchot, M. Mousseron* et *R. Granger* (prés. par M. Delépine). — **Sur l'obtention d'aminocyclooctanols et leur dédoublement en composés actifs.**

— *M. Rotbart* (prés. par M. Delépine). — **Sur quelques nouveaux acétals et aldéhydes à fonction éther-oxyde.**

L'auteur a pu déterminer les conditions de préparation de ces mouvements acétals et aldéhydes correspondants. Sous peine d'obtenir des résines indistillables, la température de l'autoclave ne doit pas dépasser 190° et la durée de chauffe ne doit pas se prolonger trop longtemps. Dans ces conditions, le rendement en acétal peut atteindre 75 o/o.

PHYSIQUE CRISTALLINE. — *H. Brasseur* (prés. par M. J. Perrin). — **Structure des platinocyanures cristallisés.**

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *F. Ruellan.* — **Deux anciens niveaux marins dans la région de Perros-Guirec (Côtes du Nord).**

Un niveau marin de 20 m. environ, marqué par des formes d'abrasion, a été suivi par un niveau marin de 2 m. 50 bien caractérisé à la fois par des formes d'abrasion et d'accumulation, sans que l'on puisse actuellement savoir si la régression marine qui sépare les deux niveaux s'est étendue au-dessous du dernier.

L. Franchet.

BOTANIQUE. — *L. Emberger* (prés. par M. Flahault). — **Exploration botanique du Sagho (Maroc).**

Le Sagho forme un massif montagneux de 4.000 km², entouré de déserts, et cependant non désertique. Au point de vue floristique ,le Sagho est nettement méditerranéen; il tient à la fois du Grand-Atlas et de l'Anti-Atlas; l'endémisme y est très faible. Il présente un fait remarquable de contraction des étages de végétation sous l'influence de la sécheresse : l'étage semi-aride (sous-étage moyen) et le sous-étage froid n'y sont point séparés par les étages tempéré et humide. Les deux étages qui se différencient sont : un étage aride à Halfa ou Armoise et un étage semi-aride à *Juniperus phœnicea*, *J. thurifera*, et *Fraxinus dimorpha*.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *W.-A. Becker.* — **Application de la coloration vitale à l'étude de la cytodiérèse.**

On peut obtenir, *in vivo*, la coloration de la plaque cellulaire et celle des inclusions cytoplasmiques, sans troubler la marche normale de la cytodiérèse. La marche de la coloration indique l'existence d'un processus *d'Entmischung* du protoplasme cellulaire dans la région équatoriale. Le caractère d'enfoncement de la plaque cellulaire ressort très nettement de l'observation.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem.* — **L'*habitus*, ou individualité biologique des hybrides d'Hémérocalles (*Hemerocallis flava* L. et *H. fulva* L.).**

Les Hémérocalles se prêtent très bien à la démonstration précise de l' « habitus ». *H. fulva*, qui ne fournit jamais de graines, a des caractères floraux parfaitement définis; il est extrêmement probable que tous les représentants de cette espèce cultivés en Europe ne sont que des fragments du même individu. Chez *H. flava*, l'irrégularité de la floraison est la règle; tout diffère d'une plante à l'autre. Le désordre est plus marqué chez les descendants métis et hybrides. Désordres et stérilité peuvent être rapportés à l'extrême longueur du style dont la croissance est gênée par manque de place dans le bouton. La fécondation est possible, comme pour le Lis, sur les hampes florales détachées de la plante.

CHIMIE AGRICOLE. — *L. Maume* et *A Bouat* (prés. par M. Viala). — **Zones de stabilité en fonction du *p*H des divers composés cupriques d'une bouillie bourguignonne.**

La bouillie bourguignonne résulte de l'action d'une solution de carbonate de soude sur une solution de sulfate de cuivre, et de composition variable suivant les quantités mises en présence. Il se forme d'abord des sulfates basiques, puis de l'hydrocarbonate. Leur précipitation est fonction de la réaction du milieu. Les auteurs ont déterminé, pour chaque composé insoluble de cuivre, les limites de l'acidité ionique entre lesquelles il peut exister.

— *E. Saillard* et *R. Saunier* (prés. par M. Viala). — **La détermination des cendres de mélasses par la conductibilité électrique.**

Application aux mélasses de la technique décrite dans une note antérieure récente et permettant de déterminer leur teneur en cendres d'après la conductibilité électrique. Les mélasses de sucrerie de betteraves contiennent presque toujours environ 8 à 10 pour 100 de cendres sulfatées, 18 à 20 pour 100 de matières organiques conventionnelles et 45 à 50 pour 100 de sucre.

ENTOMOLOGIE. — *P. Vignon* (prés. par M. Bouvier). — **Sur la base de l'aile chez les Insectes. Formations pseudo-costales et transverses.**

PHYSIOLOGIE. — *J. Lefèvre* et *A. Auguet* (prés. par M. d'Arsonval). — **La thermorégulation du travail. Rapports de ses courbes avec celles du repos.**

Parmi les lois biodynamiques et thermorégulatrices qui ressortent de l'étude des courbes établies, les plus importantes sont les suivantes. Le travail de la machine vivante est plus économique au froid qu'au chaud. Plus, par voie réflexe, la chaleur externe déprime le tonus musculaire, plus le corps s'échauffe au-dessus de sa température normale, pour atteindre l'isotherme capable d'exciter, par voie directe, ce tonus à la grandeur exigée par le travail. Dans le travail, la neutralité thermique se trouve rejetée plus bas vers le froid, et, dans le fort du travail, la chaleur latente peut représenter 65 à 70 pour 100 de la chaleur totale.

PHYSIOLOGIE. — *R. Lecoq* (prés. par M. Leclainche). — **Evolution de l'avitaminose B totale chez le Pigeon dans ses rapports avec la digestibilité et la nature des protéides du régime.**

Les vitamines B sont indispensables à l'utilisation des protéides. L'utilisation de celles-ci exige une quantité de vitamines B qui varie avec leur nature et, aussi, avec la rapidité de leur digestibilité et de leur absorption intestinale. Les protides naturels non peptonisés sont susceptibles d'exercer une action d'épargne sur les vitamines B; cette action est plus nette que l'action analogue exercée par les amidons.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *N. Bezssonoff* et *A. Delire* (prés. par M. G. Bertrand). — **Sur les réactions colorées de la vitamine C.**

Tillmanns a proposé, pour doser la vitamine C et pour l'identifier à l'acide ascorbique, la décoloration du 2-6 chlorophénolindophénol. L'expérience a montré que des

quantités différentes du colorant sont réduites par la même quantité d'un réducteur éprouvé en concentrations diverses, et cela en accord avec le changement de leurs potentiels d'oxydo-réduction. La décoloration du dichlorphénolindophénol n'est pas spécifique. Il n'est pas prouvé que sa décoloration par les jus végétaux soit due à l'acide ascorbique. Les données de Tillmanns, qui confirment l'existence d'un lien direct entre l'effet antiscorbutique et les phénomènes de réduction, n'en précisent pas la nature.

MORPHOLOGIE MICROBIENNE. — *G Delamare* (prés. par M. Vincent). — **Les sinusoïdes primaires, à boucles égales, du corps des Spirochètes.**

Les courbes sont des sinusoïdes typiques, raccourcies ou allongées: elles sont très exactement caractérisées par la fraction qui exprime les valeurs respectives de l'ordonnée principale et de l'abscisse de l'une de leurs boucles.

PATHOLOGIE. — *R. Turpin* et *A. Caratzali* (prés. par M. Achard). — **Conclusions d'une étude génétique de la langue plicaturée.**

Cette dystrophie humaine a été rencontrée chez 92 sujets sur 7.231, soit en moyenne une fréquence de 1,27 pour 100. L'étude génétique permet de conclure que sa transmission suit les lois de l'hérédité discontinue. Le caractère paraît dominant et déterminé par un seul gène siégeant dans un autosome.

M. Mascré.

Séance du 3 juillet 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *C. Popovici.* — **Intégration des systèmes d'équations fonctionnelles.**

— *C.-E. Win.* — **Sur le nombre de zéros d'une classe de fonctions analytiques dans un secteur.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *R. Salem.* — **Rectification de l'Imprimerie au sujet d'une Note de M. Salem** (parue dans les C. R. nº 26 du 26 juin 1933, page 1951).

— *J. Wolff* (prés. par M. E. Borel). — **Sur l'intégrale de Stieltjes représentant une fonction holomorphe à partie réelle positive.**

— *C. Kuratowski* (prés. par M E. Borel). — **Sur les théorèmes topologiques de la théorie des fonctions de variables réelles.**

— *F. Leja* (prés. par M. E. Borel). — **Sur une constante liée à chaque ensemble plan fermé et sur son application.**

CALCUL GRAPHOMÉCANIQUE. — *P. Boisseau* (prés. par M. M. d'Ocagne). — **Sur un nouveau procédé de résolution des équations.**

AÉRODYNAMIQUE. — *W. Margoulis* (prés. par M. M. d'Ocagne). — **Soufflerie aérodynamique pour essais de modèles aux grandes vitesses.**

ASTROPHYSIQUE. — *E. Serin* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur l'absorption spontanée des rayonnements et la déviation des raies spectrales des nébuleuses.**

PHYSIQUE COSMIQUE. — *L. Tuwin* (prés. par M. J. Perrin). **Mesures de la radiation cosmique à l'aide d'un nouveau genre de tube-compteur.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *J. Métadier* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la théorie du mouvement brownien et la méthode opératorielle.**

ÉLECTRICITÉ. — *H. Parodi* (prés. par M. P. Janet). — **Sur une application du principe de Doppler Fizeau aux machines électriques.**

SPECTROSCOPIE. — *Aurel Ionescu* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le spectre d'absorption du bioxyde de soufre dans l'ultraviolet.**

— *S. Pina de Rubies* (prés, par M. G. Urbain). — **Spectre d'arc à pression normale dans l'air du néodyme entre les longueurs d'onde 2400 et 3100 Å.**

— *I.-I. Agarbiceanu* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur la largeur spectrale des raies d'absorption de I^2.**

POLARIMÉTRIE. — *P. Vièles* (prés. par M. Delépine). — **Etude polarimétrique de la dilactylamide active.**

Soit pour des solutions d'amide active pure, soit de mélanges des deux inverses optiques, on constate une superposition pure et simple des effets étudiés par l'auteur qui, pour le pouvoir rotatoire de la dilactylamide en solution aqueuse, indique une formule qu'il utilise pour l'établissement des isothermes de solubilité des mélanges de dilactylamides inverses optiques.

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *G. Athanosiu* (prés. par M. Cotton). — **Sur l'effet photoélectrique des cristaux d'argentite, de poustite et de pyrargyrite.**

Les radiations donnant le maximum de sensibilité obtenu pour l'effet photoélectrique à la surface des cristaux coïncident avec les radiations qui ont donné à Coblentz aux basses températures les plus grands changements de conductibilité.

ÉLECTROCHIMIE. — *T. Mounajed* (prés. par M. G. Urbain). — **Conductibilité de l'acide chlorhydrique dans l'éther anhydre.**

Les résultats montrent que la conductibilité équivalente de la solution diminue d'abord quand la concentration de la solution augmente jusqu'à un minimum correspondant environ à la concentration normale; elle augmente ensuite et croît très rapidement pour les fortes concentrations. Ce dernier fait, qui est la partie la plus intéressante du phénomène, peut s'interpréter par l'hypothèse de la formation d'ions complexes, combinaisons des ions H et Cl avec des molécules HCl.

RADIATIONS. — *P. Soleillet* (transm. par M. P. Weiss). — **Influence du champ magnétique sur la fluorescence d'un jet d'atomes de cadmium. Facteur g de Lande relatif à l'état $2^3 P_1$.**

RADIOACTIVITÉ. — *G. Mano* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le ralentissement des rayons α dans l'hydrogène.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *E Rinck* (prés. par M. G. Urbain). — **Diagrammes de solidification des alliages formés par deux métaux alcalins. Alliages sodium-potassium.**

Les résultats obtenus ont permis de tracer un diagramme de solidification caractérisé par l'existence d'une combinaison instable Na^2K et d'un entectique à 66 atomes de potassium pour 100. Ces résultats sont en accord avec ceux trouvés par Van Bleiswijk.

— *F. Bourion* et *E. Rouyer* (prés. par M. G. Urbain). — **Détermination cryoscopique de l'hydratation globale des ions du chlorure d'ammonium.**

— *H. Forestier* et *M, Maury* (prés. par M. G. Urbain). — **Influence du champ magnétique sur la corrosion du fer par les sels de métaux nobles.**

Des conclusions auxquelles conduisent les résultats, on peut signaler particulièrement que lorsqu'un échantillon de fer est soumis à l'action d'un champ magnétique, sa vitesse en dissolution dans les sels de métaux plus nobles croît quand son intensité d'aimantation croît. La vitesse de dissolution a pu atteindre, dans les expériences effec-

tuées, une valeur cinq fois plus élevée qu'en l'absence de champ.

— *J.-P. Mathieu* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur les composés de l'acide tartrique et du nickel.**

L'étude polarimétrique n'a pas révélé, dans le cas des solutions tartriques de nickel, l'existence d'un composé [TMe] Na^2. Des complexes de ce type se rencontrent chez les autres métaux bivalents de la série du fer (Me=Mn, Ca. Fe, Cu). Ces composés sont solubles, bien cristallisés; ils montrent un effet Cotton remarquable. Le seul complexe de nickel que décèlent les propriétés des solutions à une moindre teneur en sodium; il est un peu dichroïque et peu soluble. On doit admettre que son activité optique dépend de son état de dispersion.

CHIMIE MINÉRALE. — *R. Rat.* — **Décomposition des arsénites par la chaleur.**

L'oxydo-réduction thermique des arsénites exige un rapport moléculaire minimum de l'oxyde basique et de l'anhydride acide.

A la même température la vitesse de décomposition d'un arsénite est d'autont plus grande que la base est plus forte et en plus grande proportion combinée à l'anhydride.

La réaction s'arrête quand la proportion d'anhydride arsénieux ayant subi l'oxydo-réduction en a atteint une fraction pratiquement indépendante de la nature du cation.

— *P. Boudnikoff* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Contribution à l'étude de la réduction du sulfate de sodium en sulfure.**

Avec le charbon de sucre pur, la réaction commence à 800°; avec le charbon de pin, à 750°; avec le graphite Acheson pur, à 800° et enfin avec le noir de fumée du gaz, entre 750° et 800°. Une fois amorcée, la réaction s'accélère rapidement; la formation de Na^2S produit un abaissement de la température de fusion du sulfate et provoque ainsi une autocatalyse.

CHIMIE ORGANIQUE. — *A. Bouchonnet, M. Trombe* et *G. Petitpas* (prés. par M. G. Urbain). — **Nitration de celluloses au maximum.**

Les conditions optima de nitration ont été de :

Composition du bain de nitration :

NO^3H à 99,9 p. 100	50 pour 100
Acide acétique	25 pour 100
Anhydride acétique	25 pour 100

Les stabilisations ont été faites parallèlement à l'eau et à l'alcool. On sait que ces dernières conduisent à un taux d'azote plus élevé.

La stabilité des produits obtenus satisfait aux épreuves réglementaires du Service des Poudres.

— *A. Barbot* (prés. par M G. Urbain). — **Sur des produits dits acides polyundécyléniques.**

Le résidu de la distillation pyrogenée de l'huile de ricin n'est ni un polylactide oxyundécanique ni un anhydride triundécylénique, mais un glycéride complexe, des acides préexistant dans l'huile aux côtés de l'acide ricinoléique, et des acides formés par la condensation des acides linoléiques auxquels la déshydratation de l'acide ricinoléique donne naissance.

— *J. Pral* (prés. par M. G Urbain). — **Sur des chlorhydrates et perchlorates d'acide p-aminophénylarsinique.**

— *Iespieau* et *Wiemann* (prés. par M. Matignon). — **Synthèse de la diméthyline biprimaire d'une pentite linéalre.**

— *P. Delauney* (prés. par M. Delépine). — **Propriétés des 5-chloro, 5-bromo, 5-iodosalicyl-*d* glucosides β.**

CHIMIE CATALYTIQUE. — *G. Bertrand* et *S. Delauney-Auvrey.* — **Action favorisante du plomb dans les hydrogénations par l'amalgame de sodium.**

Contrairement à l'opinion classique, l'addition d'un métal étranger à l'amalgame de sodium ne nuit pas forcément à l'action hydrogénante de celui-ci: elle peut même la catalyser positivement, la rendre à la fois plus rapide et plus complète, ce qui présente un grand intérêt au point de vue de la pratique du laboratoire.

MINÉRALOGIE. — *P. Gaubert.* — **Sur l'hémihydrate de sulfate de calcium et ses produits de déshydratation.**

L'hémihydrate de sulfate de calcium préparé par voie humide est rhomboédrique; en se déshydratant, il donne les trois formes anhydres obtenues autrefois par M. A. Lacroix par déshydratation du gypse.

L. Franchet.

PÉTROGRAPHIE. — *J. de Lapparent* (prés. par M. Cayeux). — **Emeris de Grèce et bauxites.**

Les roches examinées, provenant de Samos, sont schisteuses et de texture pisolitique. Ces pisolites sont essentiellement alumineux, unis par un ciment plus siliceux où se trouvent associés le chloritoïde et le diaspore. Les émeris de l'Archipel grec et les roches qui s'y rattachent seraient donc d'anciennes bauxites ayant subi des actions métamorphiques puissantes. Elles doivent être considérées comme paléozoïques, et peut-être comme cambriennes. On aurait là les vestiges des plus vieilles bauxites connues, qui se seraient formées dans un domaine méditerranéen tropical.

GÉOLOGIE. — *A. Lanquine* (prés. par M. Jacob). — **Sur l'allure de l'ensemble Lias-Jurassique et de son substratum triasique aux environs de Méounes et de Garéoult (Var).**

On ne saurait envisager la bande déprimée de Méounes-Garéoult comme une « fenêtre » où l'érosion mettrait à nu une nappe triasique sous une nappe jurassique tranquille. Il s'agit du substratum normal des massifs liasiques et jurassiques qui entourent et dominent la plaine de Méounes, Sud de la Roquebrussane, Garéoult, Néoules. L'ensemble présente des accidents dysharmoniques. Le Trias moyen qui en constitue la base est extrêmement plissé.

PALÉOBOTANIQUE. — *Lefèvre* (prés. par M. Mangin). — **Sur la structure de la thèque chez les Péridinites.**

Ces Péridinites, décrits récemment par l'auteur, ont une thèque silicifiée. Il y a eu fossilation par substitution d'un test siliceux à un test primitif probablement cellulosique. Les tabulations des neuf espèces découvertes, quoique parfois très éloignées par leurs dimensions, leur forme et leur augmentation, sont identiques et définies par le même schéma. Cela conduit à supposer qu'à l'origine le nombre des schémas tabulaires différents étaient extrêmement réduit, qu'ils ont évolué par la suite et continuent à évoluer de nos jours.

BOTANIQUE. — *R. Lami* (prés. par M. Mangin). — **Sur la végétation des Algues marines de la région sud des côtes du Portugal.**

D'une façon générale, la végétation algale de cette côte doit son caractère particulier à l'intensité de la ra-

diation solaire; les espèces nordiques n'y peuvent pas subsister à cause de la luminosité trop forte; beaucoup d'algues ne peuvent résister à l'assèchement rapide des régions qui émergent fréquemment à basse mer; les espèces gazonnantes résistent mieux à cet asséchement. La salinité, assez élevée, la température, sont des facteurs moins importants que le précédent.

— *R. Gautheret* (prés. par M. Molliard). — **Cultures de méristèmes de racines de *Zea Mays*.**

Les cultures, faites sur milieu de Knop glucosé, gélosé ou non, peuvent se poursuivre pendant trois mois; la racine obtenue, bien différenciée, normale, peut atteindre une longueur égale à 150 fois la longueur du fragment méristématique initial. En sectionnant à mesure les nouvelles portions, la croissance peut se poursuivre, les nouvelles racines, cependant, diminuant de diamètre. Lorsque les fragments de méristèmes sont très courts, les tissus obtenus sont peu différenciés, parfois désorganisés. Lorsqu'on cultive un méristème privé de ses initiales, un point végétatif se réorganise, régénérant la coiffe et les initiales.

CYTOLOGIE GÉNÉRALE. — *M^lle H.-F.-M. Petter* (prés. par M. Mesnil). — **La réaction nucléale de Feulgen chez quelques végétaux inférieurs.**

La réaction de Feulgen permet de caractériser la substance nucléaire par l'acide thymonucléique formé par hydrolyse acide. Elle a été positive pour le noyau de divers Champignons, de nombreuses Algues, en particulier, chez les Cyanophycées au niveau du « corps central »; elle est négative, cependant, chez les Spirogyres et les Zygnémas. Elle montre l'existence d'un noyau chez *Sarcina gigantea*. Chez *Bacillus megatherium*, *B. mycoïdes*, *Bacterium Malvacearum*, chez les Beggiatoas, il y a coloration diffuse du protoplasme. Les corpuscules méta- et les Zygnemas. Elle montre l'existence d'un noyau chez les Levures, les Diatomées, les Cyanophycées, chez *Sarcina gigantea*.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *M. Chadefaud* (prés. par M. Mangin). — **Les colorations vitales chez les Algues.**

Les expériences montrent que la pénétration des colorants vitaux dans les cellules dépend de trois facteurs au moins : existence d'éléments colloïdaux ayant une affinité pour ces colorants, — solubilité des colorants dans le cytoplasme, — polarisation électrique convenable du cytoplasme, conditionnée par le *p*H. Il faut, d'autre part, pour que la coloration se manifeste, que le colorant ne soit pas réduit.

ZOOLOGIE. — *A. Gruvel* (prés. par M. Mangin). — **Abondance du *Branchiostoma lanceolatum* Pallas dans le canal de Suez.**

Ce poisson existe dans l'Océan Indien et dans la Méditerranée; il n'a jamais été signalé dans la mer Rouge. Il se trouve abondant dans la partie du canal voisine de la Méditerranée; il est à présumer qu'il traverse le canal de bout en bout.

— *P. Drach* (prés. par M. Caullery). — **Sur la croissance de l'abdomen chez les Brachyoures. Cas de *Portunus puber*.**

L'abdomen reste à peu près semblable à lui-même au cours des mues successives chez les mâles; il change de forme chez les femelles. Il existe, en particulier, une mue de puberté, avec modifications diverses.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *B. Ephrussi* (prés. par M. Caullery). — **Sur le facteur léthal des Souris brachyures.**

On prélève au moment convenable, chez les Souris brachyures fécondées des embryons léthaux et des embryons normaux. Des uns et des autres, on a cultivé : soit le cœur, soit l'ensemble des tissus moins le cœur, soit l'embryon entier avec son cœur. Trois sortes de cellules au moins, provenant des embryons léthaux, peuvent survivre en culture pendant une période prolongée (cœur, fibroblastes du corps, épithélium). L'action du facteur léthal de la souris brachyure ne s'exerce pas au niveau de toutes les cellules de l'embryon. La mort des trois espèces de tissus que l'on a cultivés est donc très probablement due, chez l'embryon, à un effet des corrélations.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *A. Meunier* (prés. par M. Bertrand). — **Sur la présence du maltose dans les tubercules frais du *Lathyrus tuberosus* L.**

Le maltose existe en très petite quantité dans les tubercules de cette plante, la quatrième chez laquelle on ait reconnu la présence de ce sucre. M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. Edouard Quénu, membre de la Section de Médecine et de Chirurgie, Professeur à la Faculté de Médecine de Paris, est décédé.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté de Médecine.* — Sont nommés Professeurs honoraires : MM. Legueu, Professeur de Clinique urologique et Mauclaire, Professeur sans chaire.

Museum National d'Histoire naturelle. — Ont été nommés sous-directeurs de Laboratoire : M. Benoist (Phanérogamie); Franquet (Culture); R. Heim (Cryptogamie).

— Le Conseil Municipal a voté la création d'une chaire d'Ethologie des animaux sauvages pour assurer la direction du Parc Zoologique du Bois de Vincennes. L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

L'azéotropisme. La tension de vapeur des mélanges de liquides, par Maurice Lecat. In-8° de 135 pages. Maurice Lamertin, éditeur, Bruxelles, 1932.

On donne le nom de mélanges azéotropes à des mélanges de corps qui, sous des pressions déterminées, possèdent une température d'ébullition invariable et se comportent à ce titre comme un corps pur. Ils s'en distinguent d'ailleurs en ce que, lorsqu'on modifie la pression, la composition du mélange azéotrope, qui jouit d'un point d'ébullition constant, varie également. On a souvent confondu de tels mélanges azéotropes avec de véritables combinaisons définies. Aujourd'hui, une telle confusion n'est plus tolérable. L'étude de l'azéotropisme, c'est-à-dire des phénomènes liés à l'existence de mélanges azéotropes, a fait l'objet de nombreuses recherches auxquelles M. Maurice Lecat a apporté une importante contribution personnelle. La bibliographie très soigneusement établie qu'il nous donne aujourd'hui des travaux consacrés à l'azéotropisme, sera des plus utile aux chimistes et aux physico-chimistes. Il a d'ailleurs un peu élargi son cadre et mentionné les travaux relatifs aux pressions de vapeurs des mélanges de liquides, dont l'étude se rattache étroitement à l'azéotropisme. M. Bc.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 17 **71e ANNÉE** **9 SEPTEMBRE 1933**

IMPRESSIONS DE VOYAGE D'UN BIOLOGISTE AUX ÉTATS-UNIS

par Maurice CAULLERY

Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne

Mes chers Collègues,

Il y aurait très mauvaise grâce de ma part à ne pas vous remercier affectueusement de m'avoir conféré la présidence d'honneur, pour votre assemblée générale de cette année, quoique, — si vous me permettez de vous dire toute ma pensée, — je ne sois pas profondément convaincu de l'utilité de cette fonction, qui dépossède de sa charge le président en exercice, le jour où il a le mieux l'occasion de l'exercer. Les traditions sont respectables, — on l'oublie un peu trop dans le monde contemporain, — et, dans la vie d'une société, certains rites purement formels ont, après tout, leur vertu. Nos devanciers ici leur ont cependant peut-être fait la part un peu large. Mais nous pouvons nous conformer à leurs intentions sans avoir pour cela moins d'ardeur à l'égard de la Science.

La courtoisie m'oblige d'ailleurs d'autant plus à vous remercier, qu'en ce qui concerne la date de cette réunion, vous vous êtes écarté d'un usage bien établi en la faisant en juin au lieu de la fin février, la raison réelle étant que c'est seulement maintenant que je pouvais être parmi vous. Un voyage où la Science et la Zoologie avaient une part suffisante pour le légitimer, m'a empêché d'être à Paris à la date habituelle. J'y vois une indication, sinon une nécessité, de vous présenter une façon d'apologie du voyage : ce sera, en partie du moins, le sujet de cette allocution traditionnelle.

***

Est-il réellement besoin de faire devant vous l'apologie du voyage ? N'y a-t-il point sur nos listes de nombreux noms qui attestent suffisamment l'humeur vagabonde de la société ? A une époque où il n'y a plus guère de place que pour le tourisme, nous comptons encore des voyageurs qui peuvent revendiquer la qualité d'explorateurs, je me bornerai à citer notre collègue Brumpt, qui, dans sa jeunesse, a traversé à pied toute l'Afrique Equatoriale. Après avoir parcouru la liste de nos membres, je dois résister au désir de citer ceux qui ont fait des voyages lointains et souvent difficiles, parce qu'ils sont trop, près de cinquante.

La Société Zoologique n'est donc nullement une collectivité ankylosée. Beaucoup de ses membres savent profiter des moyens actuels qui rendent l'accès des tropiques ou des glaces polaires plus aisé que n'était, il n'y a guère plus

1) **Allocution à l'assemblée générale de la Société zoologique de France, le 13 juin 1933.**

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

d'un siècle, un voyage à travers les Alpes ou les Pyrénées. La seule véritable difficulté qui continue à s'opposer au voyage, — et je crains même qu'elle n'aille en augmentant, — c'est ce qui en est le nerf, comme celui de la guerre, le vil argent. Car, le temps, on le trouve plus aisément. Mais c'est, en partie au moins, affaire de volonté et d'ingéniosité de résoudre cette difficulté, si réelle qu'elle soit. Je me souviens qu'il y a environ quarante ans, — le temps lointain de la jeunesse de notre génération, où l'on voyageait bien moins qu'aujourd'hui, — mon regretté ami Jean Massart, possédé du désir de voir la nature tropicale et, en particulier, d'aller travailler à Java, au laboratoire de Buitenzorg, qui était alors, en quelque sorte, La Mecque des botanistes, avait trouvé peut-être dans cette métaphore le moyen d'atteindre son but. Suivant le titre d'une de ses publications, il s'était fait temporairement *médecin pour Hadjis*, médecin à bord d'un bateau hollandais convoyant des pélerins musulmans de La Mecque à Java. Il n'y a pas que le pélerinage de La Mecque qui puisse fournir une occasion de voyage.

Vous me dispenserez certainement de justifier l'utilité du voyage pour des zoologistes, non pour des débutants qui ont encore tout à apprendre, mais pour ceux qui ont déjà l'expérience de la recherche, — de jeunes docteurs, ou près de l'être et qui ont un objet d'études qui leur soit familier et qu'ils sachent manier techniquement. Je suppose qu'il est peu d'entre vous qui, ayant pu, par les descriptions et les images des livres, se faire une idée suffisamment nette du désert ou de la forêt tropicale, n'aient pas un certain désir d'en connaître la réalité. Dans un monde scientifique bien organisé, tout jeune zoologiste ou botaniste digne de ce nom devrait, vers la trentaine, avoir eu l'occasion d'acquérir quelque expérience directe de ces aspects de la nature, en particulier des tropiques. Les Anglais et les Allemands ont largement pratiqué cette règle, alors qu'en France, dans ma génération, ceux d'entre nous qui étaient sortis d'Europe étaient de rares exceptions.

Je souhaite donc que la jeunesse actuelle fasse tout son possible pour trouver l'occasion d'un lointain voyage précédé d'une préparation convenable et que, suivant la formule consacrée, les pouvoirs publics y aident. Mais d'ailleurs, des concours privés ne sont pas toujours impossibles à rencontrer, en dehors d'années difficiles comme celles que nous traversons. Il y a cinq ans, en 1928, — c'était avant la dépression actuelle, — au Brésil, un de nos compatriotes, qui s'occupait de colonisation dans l'Etat de Santa-Catharina, en une région où il y aurait eu pour un naturaliste, matière à d'amples recherches, m'avait déclaré qu'il serait très disposé à assurer le séjour d'un jeune homme pendant une année. Il n'y aurait eu à trouver que les fonds de voyage, qu'un jeune homme peut réduire dans une certaine mesure. Dans une période normale, ce ne doit donc pas être une impossibilité d'aller pousser une reconnaissance en quelque point du monde, dont on hésite aujourd'hui à dire qu'il est vaste, tant on en fait aisément et rapidement le tour.

*
* *

Les voyages offrent, à tout âge, d'autres avantages non moins précieux : en dehors de toute découverte, petite ou grande, ils rectifient le jugement, font saisir les proportions réelles des choses et percevoir même des réalités que l'habitude nous dissimule dans notre milieu journalier. Dans chacune de nos Universités de province, l'horizon est forcément limité. Mais celui de Paris n'est pas aussi vaste qu'il semble : quiconque l'a quelquefois franchi et a vu d'autres foyers de travail, constatera, non sans mélancolie, que, dans le domaine biologique, la Montagne Sainte-Geneviève est loin de refléter une image suffisante du monde. Rien de plus utile et même de plus nécessaire que de connaître *de visu* les institutions et les hommes du dehors. Déjà les Congrès internationaux, pour brefs qu'ils soient, sont féconds à cet égard et j'avoue ne pas approuver, pour ma part, ceux qui font profession de s'en tenir à l'écart. Il y a d'ailleurs un intérêt national à ce que notre pays soit plus abondamment représenté qu'il ne l'est le plus souvent.

La visite d'un grand pays, où l'on observe les institutions sous leur aspect journalier et sans l'apprêt qui accompagne nécessairement les congrès, est encore beaucoup plus profitable. De ce point de vue, je me permettrai de vous apporter ici quelques réflexions que m'ont suggérées mon tout récent et trop bref séjour aux Etats-Unis. A dix-sept ans de distance, j'ai pu faire des comparaisons et des vérifications.

En 1916, la paix et la prospérité régnaient Outre-Atlantique. Partout les donations affluaient. Partout s'édifiaient des projets qu'ensuite la guerre a pu momentanément retarder, mais qui, de 1918 à 1928, ont pu être largement réalisés et souvent amplifiés. Aussi que de nouveautés à voir en 1933. Limité par le temps et voulant en consacrer une partie au laboratoire de Barro-Colorado, dans l'isthme de Panama, dont je pourrai au besoin, vous parler en une autre circonstance, je n'ai pu, cette fois, visiter que quelques villes en bordure de l'Atlantique : New-York, Boston, New-Haven, Princeton, Philadelphie et la station de Cold Spring Harbor.

A New-York, l'une des principales attractions pour un zoologiste, reste toujours le Musée

d'Histoire naturelle, encore qu'il occupe le même site et les mêmes murs, mais que d'accroissements ! M. H. F. Osborn vient de quitter, en pleine force, une présidence qui a duré vingt-cinq ans et qui a été d'une merveilleuse fécondité. On avait eu la sagesse en plaçant le Musée en un point qui était alors la périphérie de New-York et qui en est devenu presque le centre, de lui assurer de vastes espaces libres : il est en train de les utiliser en partie avec le *Mémorial* du Président Th. Roosevelt et une nouvelle aile (*Whitney-Wing*). Le Musée reste fidèle à sa double destination : instrument d'éducation pour la foule d'une part ; de l'autre, centre puissant de documentation et de recherche pour les professionnels de la Zoologie et de toutes les branches des sciences de la nature. Il y a là véritablement deux musées en un seul.

Dans le premier, qui occupe les trois étages inférieurs, on a évité soigneusement toute surcharge : on s'est attaché à présenter au public des ensembles et tableaux synthétiques, sobres, concrets et frappants, qui réalisent une représentation générale de l'évolution sous ses principaux aspects, embryogénie, anatomie comparée, éthologie, paléontologie. Présentation très sommaire de la classification du règne animal, juste de quoi faire apparaître la composition de ses principales subdivisions ; la masse des Invertébrés se réduit presque à une salle, *Darwin-Hall*, composée d'un assez petit nombre de vitrines, où des modèles, par exemple en verre filé, remplacent même les objets réels, pour parler davantage aux yeux de la foule. Ce qui frappe et qui domine, ce sont des tableaux dioramiques, reconstitutions de paysages caractéristiques, avec les animaux et les plantes qui les habitent, des *groupes* : un aspect des déserts du sud-ouest, un marécage de la Nouvelle Angleterre au printemps, les Sauriens géants de Bornéo dans leur cadre, les Oiseaux de la forêt tropicale, etc... Chacune de ces reconstitutions est minutieusement exacte et repose sur une documentation précise et abondante. Le groupe des Oiseaux de la forêt tropicale, dans ses matériaux et sa perspective est une reproduction fidèle d'un coin de l'île de Barro Colorado dans l'isthme de Panama. C'est l'œuvre de M. Chapman, qui a vécu de longs mois et je ne résiste pas à signaler ici le récent et charmant livre qui est comme le commentaire détaillé de ce groupe : *My tropical Air-Castle* (1). Un de ces groupes, gigantesque, encore en voie d'exécution, fait bien mesurer le labeur qu'ils représentent. C'est un récif du Sud de la Floride. Il s'étend sur deux étages du Musée : à l'étage inférieur, le visiteur aperçoit derrière la glace, le paysage sous-marin, dont tous les éléments sont de provenance authentique ; à l'étage supérieur, il en a une vue de surface. Vision propre à donner aux petits New-Yorkais qui n'ont pas encore quitté la grande ville des données exactes, vivantes et suggestives aussi du désir d'aller voir la réalité. Aussi, quelle affluence de la population des écoles dans ces salles, en particulier le samedi ! Toute une subdivision du Musée est spécialement organisée pour le public scolaire avec un amphithéâtre pour conférences éducatives et projections de films documentaires d'Histoire naturelle. Cet effort d'ordre pédagogique est une des justifications de l'appui financier de la ville de New-York.

(1) New-York et Londres (Appleton), 1929.

Ajoutons qu'une très belle revue, *Natural History*, distribuée à tous les membres du Musée, c'est-à-dire à tous ceux qui versent la cotisation minime de trois dollars, est un perpétuel commentaire de la vie de l'établissement, de ses accroissements, de ses entreprises et explorations.

Ce n'est pas sortir de la Zoologie que de parler de la Paléontologie, et, en particulier, de celle des Vertébrés, où le Musée de New-York s'est enrichi dans les dernières décades d'une façon vraiment prodigieuse. On y voit, sur des pièces magnifiques et souvent uniques, la reconstitution de la phylogénie des Equidés, des Titanothéridés, des Rhinocéridés, des Camélidés, des Eléphants, etc., la restauration d'une série de gigantesques Dinosauriens et les magnifiques récoltes des récentes expéditions en Mongolie, en particulier les œufs de Dinosaures, le tout admirablement expliqué.

L'autre Musée, celui des spécialistes, occupe le quatrième étage, où le public n'a pas accès. Lui aussi s'accroît sans cesse par les expéditions ou par des acquisitions. Quand récemment, lord Rothschild a fait connaître qu'il était disposé à se défaire d'une bonne part de l'énorme collection d'oiseaux qu'il avait réunie et fait étudier à Tring, il a suffi d'indiquer à des amis du Musée, — la famille de feu M. Whitney, — cette circonstance opportune, pour que cette précieuse et unique collection prenne le chemin de New-York. M. R. C. Murphy, chargé de son transport, en a narré les phases et indiqué l'importance aux lecteurs de *Natural History* (1).

Le Musée est, en outre, en train de faire une place, à son intérieur, aux recherches de biologie expérimentale. Dans les bâtiments qui s'achèvent, on installe à cet effet un très grand et très beau laboratoire que dirigera, ou plutôt que dirige déjà, dans des locaux provisoires et dispersés, M. Ch. K. Noble. Entre autres recher-

(1) R. C. Murphy. *Moving a Museum ; the story of the Rothschild collection of Birds* (*Natural history*, t. 32, 1932, pp. 497-511).

ches expérimentales faites par lui, je mentionnerai celles sur un Urodèle aveugle des grottes des Monts Ozarks, *Typhlotriton spelæus*. M. Noble a constaté sur place que les larves de cette espèce vivent en surface dans les sources et sont pigmentées et munies d'yeux. Il a vu au laboratoire que ces yeux se conservent si la métamorphose s'effectue à la lumière, qu'au contraire, ils s'atrophient si elle a lieu, comme normalement, à l'obscurité. Il y a là un cas très intéressant pour l'étude des transformations en rapport avec la vie cavernicole.

L'*American Museum of Natural History*, tel qu'il est, est pour la plus grande part dû à l'initiative privée et à la collaboration du public. La ville de New-York fournit bien une importante subvention pour les dépenses courantes, mais tous les accroissements, les expéditions et les frais de publication ne sont couverts que par des dons ou des cotisations.

Passons du Musée d'Histoire naturelle au laboratoire de mon collègue et ami Ch. S. Stockard, qui occupe, depuis de nombreuses années, la chaire d'anatomie de la Faculté de Médecine de l'Université Cornell. Cette Université a pour siège la petite ville d'Ithaca, à une nuit de chemin de fer de New-York, mais sa Faculté de Médecine a été très judicieusement placée à New-York, où il y en a d'ailleurs d'autres, notamment celle de l'Université Columbia. Me fiant au petit guide rouge de la ville, j'allai d'abord à l'endroit où j'avais connu ces laboratoires en 1916. Ils venaient d'émigrer, l'automne dernier, tout à côté de l'Institut Rockefeller, au bord de l'East River. Là se dresse maintenant un énorme sky-scraper blanc aux proportions harmonieuses, avec de nombreux contreforts. C'est un vaste hôpital général, aménagé en hauteur et, à ses flancs, ses dépendances et les laboratoires de la *Cornell Medical School*. Tout cet ensemble magnifique vient d'être construit sur un legs de 60 millions de dollars. Le laboratoire de M. Stockard, en même temps qu'un Institut d'anatomie humaine, est un grand laboratoire de biologie expérimentale, admirablement outillé pour l'expérimentation sur les Vertébrés. Il possède en particulier des salles d'opération et des chenils à doubles parois arrêtant le bruit des aboiements, etc. Les travaux de M. Stockard sont bien connus et ont porté sur de multiples et importantes questions, notemment sur le cycle œstrien. Je dirai ici seulement quelques mots de ses longues recherches expérimentales sur les chiens. Il a étudié à grande échelle le croisement de nombreuses races, boule-dogues, sluggy, danois, Saint-Bernards, etc., et vérifié sur elles les lois de Mendel. Il dispose, à cet effet, à Pickskill sur l'Hudson, à une quarantaine de milles de New-York, d'une ferme expérimentale, *Cynobia-Farm*. Les matériaux provenant de ces expériences forment maintenant un véritable musée (1). Particulièrement intéressante est l'étude endocrinologique qu'il a faite parallèlement de ces races canines. Il a constaté par exemple que les Saint-Bernards sont des acromégaliques, que d'autres races sont atteintes de nanisme atéléiosique ou achondroplasique. Les boule-dogues ont des stigmates particulièrement accentués de dégénérescence, dûs à la structure de leur thyroïde qui reste à l'état embryonnaire, ainsi que le montre de façon frappante l'étude des coupes de cette glande. La greffe de thyroïde normale à de jeunes boule-dogues atténue très largement ces stigmates de dégénérescence.

Si le temps ne m'était pas aussi mesuré, j'aimerais à m'arrêter, en sortant du laboratoire de M. Stockard, à l'Institut Rockefeller, pour vous parler, en particulier, des très belles recherches qu'y poursuit notre compatriote M. Alexis Carrel. Il n'est pas seulement, comme on est parfois tenté de le croire, le remarquable créateur de la technique de la culture des tissus. Entre ses mains, cette technique est devenue la base de toute une physiologie cellulaire nouvelle, fondée sur des données chimiques précises et sur le métabolisme des diverses catégories de cellules, en particulier des cellules conjonctives.

Je n'ai pas épuisé, loin de là, ce que m'a montré New-York, mais allons à Cambridge, où j'ai passé une semaine, heureux de retrouver le milieu si cordial de l'Université Harvard et le charme des amitiés exquises qu'ont goûté tous ceux qui ont l'honneur d'y aller enseigner. On y sent la force de l'Amérique réalisatrice, avec un calme qu'on ne connaît pas à New-York et un sens général des valeurs intellectuelles, qui est celui des vieux centres de civilisation. Plus que partout ailleurs, on y est dans *L'Autre Amérique*, suivant le titre du récent livre de Mme Cazamian. Là aussi que de nouveautés depuis dix-sept ans ! Une véritable cité universitaire nouvelle s'est harmonieusement dressée, pour la vie des étudiants sur les bords de Charles-River. De nombreux laboratoires nouveaux ont été édifiés. Bornons-nous à la Zoologie.

Le Musée de Zoologie comparée, création des Agassiz, Louis et Alexandre, qui en ont été les fondateurs, animateurs et bienfaiteurs, a trouvé en M. Th. Barbour un nouveau directeur encore jeune, enthousiaste et généreux, qui fait de ce Musée austère, beaucoup plus exclusivement technique que celui de New-York, un vrai centre de cordialité presque familiale, et bien propre à exalter de jeunes vocations zoologiques. Me sera-t-il permis d'évoquer l'intimité que révèlent ces déjeuners froids, pris dans le cabinet directorial même, sur les genoux, et où les fa-

(1) Cf. Ch. S. STOCKARD. *The physical basis of personality* (New-York, Norton 1931).

miliers de la maison et les visiteurs amis n'ont qu'à s'annoncer chaque jour, en s'inscrivant sur un registre ?

En 1916, tous les laboratoires de zoologie et de botanique étaient encore établis dans le Musée. Ils en sont sortis maintenant et un immense Institut biologique se dresse de l'autre côté de Divinity-Avenue. Il forme trois des côtés d'un carré et il a l'austérité puritaine qui est le propre de l'architecture à Harvard. Des murs de brique sans ressaut, percés de quatre rangées d'ouvertures régulières et surmontés d'un toit plat, font, au gré de certains, un peu trop songer à une usine. Le seul ornement, très décoratif d'ailleurs, est une frise d'animaux simplement entaillés dans la brique, au-dessus de la plus haute rangée de fenêtres. Le motif central est constitué par un groupe d'Eléphants qu'un grand individu placé au milieu semble entraîner. Cette composition d'une élégante sobriété a été inspirée, paraît-il, par des documents photographiques rapportés d'Afrique. Vérification faite, l'individu qui mène le troupeau est une femelle et l'on m'a conté que les conseils de l'Université, quand ils l'ont su, ont trouvé qu'il y avait là un symbolisme un peu inquiétant.

A l'intérieur de ce grand bâtiment, comme à l'extérieur, ce qui frappe c'est la simplicité, — je serais presque tenté de dire la nudité quasi conventuelle, — mais aussi le sens pratique, la commodité et l'ampleur des ressources pour la recherche. Une des ailes est tout entière consacrée à la Physiologie générale, sous la direction de M. W. Crozier. Il dispose de plus de cent pièces et elles sont occupées et pourvues d'une instrumentation magnifique. Les zoologistes, nombreux, se partagent l'aile médiane et les botanistes ont un espace équivalent. Ces laboratoires abritent une nombreuse population de travailleurs.

Une de mes journées de Cambridge a été consacrée à une excursion en auto à Woods-Hole, qui est à environ 60 miles de Boston. Notre collègue Fauré-Frémiet vous a décrit cette vaste ruche biologique, qui fonctionne à plein en été. A la fin mars elle était naturellement dans le repos et l'engourdissement de l'hiver. J'y trouvai l'intérêt de voir combien elle s'était agrandie et d'admirer la bibliothèque, qui, avec ses 1.400 périodiques biologiques en séries complètes n'a que peu d'égales.

J'ai repris le chemin de New-York par cette voie renouvelée du vieux temps, qui revit si activement en tous pays, la route et l'autobus forme moderne de l'antique diligence. J'ai fait une escale de vingt-quatre heures à New-Haven pour revoir l'Université Yale. Harvard et Yale, les deux grandes émules, les deux plus anciens collèges des Etats-Unis, le berceau de la vie intellectuelle dans la Nouvelle Angleterre et même dans tout le Nouveau-Monde.

Yale reflète avec ampleur la prodigieuse prospérité qui a pris fin momentanément en 1929. Sauf ses tout premiers bâtiments, conservés comme de pieuses reliques des débuts bisécu-laires, presque toutes les constructions du XIX^e^ siècle ont été remplacées ou étaient à la veille de l'être par de nouveaux édifices somptueux et ornés. L'âge de la pierre de taille et du style gothique orné remplacent celui de la modeste brique. Je suis tenté, pour ma part, de dire qu'il y a eu là une débauche de luxe, voulue d'ailleurs par la munificence et l'émulation des donateurs. Un des plus opulents portait le nom quasi prédestiné de Sterling. On reste ébloui devant la masse des constructions récentes. Le gymnase, par exemple, a les proportions d'une cathédrale et je pourrais m'attarder à décrire son intérieur bien fait pour stupéfier un universitaire européen. La bibliothèque universitaire, gothique elle aussi, et qui abrite de très grandes richesses et des raretés bibliographiques dans un cadre somptueux, a, pour magasins de livres, une puissante et haute tour, carrée, aux nombreux étages intérieurs, vaste empilement de rayonnages bien compris, qui suffiront aux accroissements d'une longue période et qui assurent une disposition logique et commode des livres. C'est une des plus heureuses réalisations de cet opulent ensemble.

Mais, occupons-nous de la Zoologie. Elle n'a pas sensiblement changé d'aspect depuis mon ancien passage. J'ai retrouvé, tel que je le connaissais, le très beau laboratoire de M. Harrison et il en sort toujours de très remarquables travaux. M. Harrison a obtenu en particulier en ces dernières années, une très belle série de résultats sur la différenciation des greffes hétéroplastiques d'ébauches de membres d'urodèles. M. O. Schotté poursuit, en ce moment, dans ce laboratoire, ses intéressantes expériences sur les greffes hétérotypiques chez des embryons d'Amphibiens. En greffant, par exemple, sur la région céphalique d'un embryon d'Urodèle (Amblystome) de la peau de la région ventrale d'un embryon d'Anoure (Grenouille), il voit ce tissu, contrairement à sa destinée normale, se différencier en organes céphaliques, mais ceux-ci, tout en subissant l'influence de centres organisateurs d'Urodèles, sont des organes typiques d'Anoures, manquant aux Urodèles (organe adhésif, opercule, mâchoire dentée). Cela soulève des problèmes généraux de morphogenèse des plus importants. Au dîner familial, auquel M. Harrison avait eu l'amabilité de me convier ce dimanche, la conversation ne fut pas entièrement étrangère à la zoologie. M. Harrison me raconta ainsi que, la veille au soir, il avait, après la pluie, sur les bords d'un étang des environs, assisté à la descente à l'eau de très nombreux Amblystomes allant, en ce début de printemps, époque de la reproduction, déposer leurs spermatopho-

res sur des herbes, ou pondre. Il m'offrit de me montrer ce spectacle, ce que naturellement j'acceptai. Nous fûmes à l'étang, où les Amblystomes, quoique nombreux dans l'eau, n'offraient plus le cortège processionnel de la veille. Mais, par contre, nous fûmes gratifiés d'un concert assourdissant par de petites Rainettes (*Hyla crucifera*), dont les mâles ont un grand sac vocal et M. Schotté put en faire ample récolte en vue de ses expériences.

Yale a maintenant un très beau Musée, où est exposée, de façon excellente, la célèbre collection paléontologique de Ch. O. Marsh, le rival de E. D. Cope, dont la collection est au Musée de New-York. Ce Musée est extrêmement bien compris pour l'usage des étudiants. On peut y voir, en permanence, à l'entrée, l'expérience de Foucault, démontrant, par le pendule, la rotation de la Terre.

J'aurai aimé aussi rencontrer à Yale M. R. Yerkes, que j'avais connu autrefois à Harvard. Il s'est, comme vous le savez, spécialisé dans l'étude de la psychologie des Primates. Mais il était en Floride, dans sa ferme de Chimpanzés. J'ai eu grand plaisir et profit à me trouver, un peu plus tard, à l'île de Barro Colorado, avec un de ses jeunes collaborateurs, M. Ray Carpenter.

Pendant la dernière semaine de mon séjour à New-York, j'ai consacré une journée à quelques-unes des institutions du voisinage immédiat : la Station de biologie expérimentale de Cold-Spring-Harbor, que dirige, depuis sa fondation M. Ch. B. Davenport et où M. Blakeslee poursuit ses belles expériences sur la génétique des *Datura*, aux Universités de Philadelphie et de Princeton. Dans cette dernière, j'ai vu la jolie réalisation, par M. Newton Harvey, d'un microscope tournant à très grande vitesse : l'image fournie par l'objectif, qui tourne avec la préparation et au-dessous d'elle, est renvoyée par un système de prismes à réflexion totale sur l'axe immobile, où on l'observe à l'aide de l'oculaire ; on voit ainsi directement la déformation d'œufs d'oursin sous l'influence de la force centrifuge.

Si j'avais multiplié des visites en des centres plus nombreux, j'aurais, sans nul doute, pu voir des résultats intéressants et variés d'autres recherches ou des installations nouvelles plus ou moins considérables. Celles-ci posent d'ailleurs présentement des problèmes pratiques inquiétants. Partout, en effet, les ressources ont fortement fléchi et l'avenir est assez sombre : certains vont même jusqu'à douter du sort de la culture universitaire. Dès maintenant, des réductions s'imposent. On taille dans les parties les plus aisément amputables ; en bien des universités, on doit réduire les traitements du personnel et parfois supprimer des emplois ou même des laboratoires entiers. L'Etat n'est pas encore, dans la démocratie américaine, le sauveur qui doit suffire à tout, en dépit de tout. D'autre part, les jeunes docteurs que produisent en grand nombre les Universités ne trouvent plus, comme naguère, des situations prêtes à les accueillir. Le monde universitaire, et en particulier le monde zoologique, connaît maintenant, comme les autres, les ravages de la dépression qui, en ce moment, ont fait fléchir si profondément, l'optimisme américain, jusqu'ici inaltérable.

***

Je viens de glaner parmi mes impressions et souvenirs. J'aurais pu ajouter beaucoup à ce qui précède. Il est un ordre de faits, sur lequel, avant de terminer, je veux insister. En chaque Université ou laboratoire, un travail particulier pouvait attirer spécialement mon attention, mais il est un domaine qui partout offrait beaucoup à voir ou à apprendre, c'est celui de la Génétique. Personne de vous n'ignore l'essor qu'a pris aux Etats-Unis cette dernière-née des branches de la biologie, concurremment avec la cytologie, plus exactement avec l'étude des chromosomes dans les cellules sexuelles. L'an dernier, le sixième Congrès international de Génétique s'est réuni à Ithaca, à l'Université Cornell. Les Européens y étaient peu nombreux, en raison de la dureté des temps. La science française en était à peu près absente et n'y apportait, pour ainsi dire, aucune contribution (1). De fait, la Génétique n'existe pour ainsi dire pas en France. Naudin partage avec Mendel la gloire d'avoir été presque un de ses initiateurs. Quand les lois de Mendel eurent été redécouvertes et développées, à partir de 1900, M. Cuénot est un de ceux qui ont fait connaître quelques-unes de leurs modalités les plus importantes dans ses remarquables recherches sur les Souris. Mais c'est à peine si quelques travaux français s'y sont depuis ajoutés. Alors que partout la Génétique a trouvé des adeptes nombreux et enthousiastes, il s'est créé, à son égard, en France, une ambiance de critique stérilisante et de scepticisme, ainsi d'ailleurs qu'à l'égard des conceptions relatives au rôle des chromosomes dans l'hérédité. Actuellement encore, après trente années de recherches et une moisson sans égale de résultats expérimentaux bien établis, constituant une doctrine et un corps de faits bien plus cohérents et solides que la plupart des conceptions de la biologie générale, lorsqu'on expose à Paris, d'une façon élémentaire, ces résultats absolument classiques, cent fois vérifiés, on se heurte à l'étonnement et au doute. Il y a deux ans, j'avais, une fois de plus, pris l'Hé-

(1) Cf. A. VANDEL. *Le VI^e Congrès International de génétique*, *Revue Scientifique*, 14 janvier 1933, p. 19-23.

rédité comme sujet de mon cours à la Sorbonne. Quand il fut fini, une personne, qui cependant ne peut être taxée de timidité dans la pensée et dont je ne puis suspecter la bienveillance, me témoigna, en termes d'ailleurs très mesurés, son étonnement que j'eusse donné à cet exposé l'allure d'un ensemble de données bien acquises. Dans les copies de l'examen du certificat de biologie générale, où pourtant les élèves ne s'enhardissent pas à critiquer la parole du maître, ce scepticisme perçait nettement, avec la maladresse à laquelle les examinateurs ne sont que trop habitués. Les étudiants français en sont encore à douter de la Génétique. J'enregistre le fait qui est infiniment regrettable, parce que ainsi sont entravées des initiatives qui, dans les meilleures conditions, rencontreraient encore bien des obstacles ; pendant ce temps, en Angleterre, en Allemagne, en Suède, en Hollande, en Russie, en Italie, en Espagne, aux Etats-Unis, les travaux se multiplient et, en dehors de leur intérêt théorique, ils conduisent chaque jour à des applications plus importantes, en Botanique plus qu'en Zoologie, je le reconnais. Bien des étrangers qui nous sont sympathiques m'ont manifesté leur étonnement, à diverses reprises, de cette sorte de carence de la Science française. Le hasard a fait que, sur le bateau qui me ramenait en France, à l'escale de Trinidad, où il y a un important collège d'Agriculture tropicale, s'était embarqué un généticien de grande valeur et de grand enthousiasme, spécialisé dans l'étude génétique des cotons, M. G. S. Harland. Il se rendait en Russie, pour ces études, invité par M. Vaviloff, qui est présentement un des leaders de la génétique des plantes et de ses applications. M. Harland, avec qui, pendant les dix jours de la traversée de l'Atlantique, j'ai eu de fréquents, très agréables et très instructifs entretiens, m'a, une fois de plus, témoigné cette surprise. Il est habitué à voir les problèmes les plus variés et les plus importants des cultures tropicales se résoudre sûrement à l'aide de croisements effectués d'après les données combinées de la Génétique et de la Cytologie. Tous les biologistes qui sortent de France, — et c'est ici que je peux vraiment faire l'apologie du voyage, — et qui veulent bien regarder sans parti pris, ne peuvent que constater la solidité et la fécondité des études combinées de Génétique et de Cytologie.

Je n'ai visité cette fois aux Etats-Unis, comme je vous l'ai dit, qu'un très petit nombre de centres. Dans tous, il y avait des laboratoires de Génétique et partout, j'ai vu des résultats intéressants et concordants. A l'Université Columbia, à New-York, le laboratoire où Th. Morgan a fait ses fondamentales recherches sur *Drosophila melanogaster* est dirigé maintenant par M. Dunn, qui y expérimente sur les souris. Il y a obtenu bien des races nouvelles et les problèmes s'y posent de plus en plus parallèlement à ceux qu'offre la Drosophile. A la Cornell-Medical-School, je vous ai déjà parlé des remarquables recherches de M. Stockard sur la génétique des Chiens. A l'Université de New-York, des recherches sur les Drosophiles se poursuivent dans le laboratoire de M. R. Chambers. A Harvard, M. Castle, un des vétérans les plus brillants de la Génétique, opère à grande échelle sur les lapins et les souris ; en particulier, en collaboration avec l'Institut sérologique du Massachussetts, il étudie, par la Génétique, avec succès, des problèmes d'immunité. Et pour les plantes. M. East est une des autorités les plus reconnues de la Génétique. A Cold-Spring-Harbor, M. Demerec, qui travaille sur *Drosophila virilis* et sur des plantes, est un théoricien hardi de la nature chimique des gènes. Tout le monde connaît, d'autre part, les magnifiques travaux de M. Blakeslee sur les *Datura*. Dans ses prévisions, il jongle littéralement avec des modèles de chromosomes coloriés et aimantés, disposés sur des plaques de tôle. M. Mc Dowell étudie, par des méthodes génétiques, la résistance des souris à la leucémie. A Philadelphie, M. Mac Clung poursuit méthodiquement sa vaste enquête sur les chromosomes des Orthoptères. Je suis obligé de m'arrêter dans cette énumération. J'espère qu'elle vous donne une idée de l'ampleur et de la variété des problèmes traités par la Génétique.

Le scepticisme et je dirai presque l'ostracisme dont la Génétique est l'objet en France ne sont, en dernière analyse, qu'une manifestation de plus de l'excès d'esprit logique et prétendu critique et, par là, d'une tendance étroitement positive, qui a été funeste à la science française, surtout à la biologie, tout au long du XIX^e^ siècle. Ce sont ces tendances qui ont été déjà fâcheusement pesé sur l'esprit de Cuvier et qui, après lui, ont dressé, à la fois, quoi qu'en vertu de prémisses bien différentes, ses élèves et successeurs, d'une part, et, d'autre part, des positivistes, comme Ch. Robin, contre les idées de Darwin et cela a enrayé l'élan de la France dans l'étude de l'évolution. L'argument commun donné en pareille circonstance est au fond toujours le même ; c'est que les constructions théoriques dépassent les faits tangibles ; on exploite aussi sans merci quelques cas particuliers qui semblent contredire une conception générale, qui, par ailleurs, explique une foule de faits. Il est bien évident que ces exceptions, plus ou moins apparentes, sont inévitables quand il s'agit de phénomènes aussi complexes que le sont tous ceux de la biologie et, en particulier, ceux de l'Hérédité. Pour en revenir à elle, c'est par les données de la Génétique que nous avons pu, pour la première fois, sortir d'une obscurité complète, relier les faits et prévoir. Les conceptions qui nous ont amenés là, ne fussent-

elles qu'une représentation grossière de la réalité, n'offrissent-elles, même avec celle-ci, que des coïncidences plus ou moins fortuites, devraient encore être considérées comme merveilleusement fécondes. Elles nous ont déjà puissamment aidés à nous orienter dans le labyrinthe.

Nous voyons d'ailleurs, dans toutes ses branches, la Science avancer à l'aide d'hypothèses plus ou moins hardies et même plus ou moins réellement justifiées au début et progresser par des tâtonnements qui, rétrospectivement, peuvent sembler incertains, mais qui n'en sont pas moins la voie du progrès. Les sciences expérimentales les plus exactes, comme la Physique, connaissent des certitudes successives et apparamment contradictoires, comme le montre si nettement l'histoire des théories de la lumière. Nous n'atteignons pas le fond des choses et nous n'en saisissons pas la totalité. Les théories n'en sont que des aspects partiels et provisoires, auxquels il doit suffire, pour être justifiés, de se montrer momentanément féconds. En pratique, on peut presque toujours invoquer des faits qu'elles n'expliquent pas ou qui semblent les contredire. Dans le cas de la Génétique, comme dans bien d'autres, me paraît saisissante, et, au surplus, particulièrement savoureuse dans la bouche d'un mathématicien, la réflexion, qu'avant de mourir, à l'âge de vingt ans, avait exprimée Evariste Galois : « La Science est l'œuvre de l'esprit humain, qui est plutôt destiné à étudier qu'à connaître, à chercher qu'à trouver la vérité ».

LA COLORATION DES OS DANS LE SOL

LE BOUILLAGE DES CADAVRES AU MOYEN-AGE

L'INCINÉRATION ET SES PHÉNOMÈNES

par L. FRANCHET

(*Fin*) (1)

III. — Os bruns, bleus indigo et noirs.

En 1919, au cours de recherches effectuées en Suisse sur le matériel si considérable retiré les palafittes, j'avais été amené à m'occuper de la carbonisation spontanée des produits d'*origine végétale* ramenés par les dragues, tels que fruits à chair molle, graines et bois.

Quant aux os, très nombreux, ils présentaient tous cette coloration brune, et, certains, une coloration noire, si caractéristique des os des palafittes.

D'autre part, je connaissais les os et les dents trouvés dans l'Helvétien (miocène moyen), à Thenay, sur lesquels j'avais remarqué les mêmes colorations que celles des os des palafittes et, en outre, une coloration bleu indigo, souvent très intense. Je ne repris cette étude qu'en 1924 sur des échantillons de la collection de l'abbé Bourgeois, à Pontlevoy.

Je pensai que le bleu n'était peut-être qu'une phase particulière de l'humification de l'os.

Dans ces os bruns, bleus indigo et noirs, j'avais reconnu, en effet, que ces couleurs étaient dues seulement à la présence de matières humiques, le fer, en raison de sa faible teneur n'ayant pas eu d'influence prépondérante sur la coloration.

Mais, je suis obligé d'ouvrir ici une parenthèse, par suite de la fâcheuse intervention dans cette question des os bleus, du regretté Dr Variot, intervention qui, par la suite, égara d'autres chercheurs.

Le Dr Variot, en effet, m'avait montré un os bleu indigo qu'il avait trouvé dans le gisement du Camp de Chassey (Saône-et-Loire). Il était persuadé que cette coloration, dont il ignorait la cause, était absolument de même nature que celle que j'avais indiquée comme étant due au phosphate de fer.

Voyant qu'il confondait deux phénomènes absolument distincts l'un de l'autre, je tentai de lui expliquer la différence absolue qui existait entre les deux bleus, malheureusement, le Dr Variot, qui n'aimait pas beaucoup la contradiction, ne voulut rien entendre et me répondit qu'il ferait analyser ses os bleus par son ami M. Lavialle, professeur de botanique à la Faculté de

(1) Voir *Revue Scientifique* du 26 août 1933, p. 433.

Pharmacie de Strasbourg, ce qu'il fit, en effet.

En 1929, le Dr Variot communiqua à la *Société préhistorique française* le résultat du travail de M. Lavialle, qu'il fit précéder de commentaires personnels montrant, ou bien qu'il n'a pas parfaitement compris mon Mémoire, publié en 1924, ou bien qu'il a été quelque peu troublé par les explications de mon ami, Louis Giraux qui est toujours resté complètement étranger à la question des os colorés (1).

Après cette digression, je reprends l'examen des os que j'ai étudiés.

Os bruns. — La coloration brune des os n'est pas due, comme le pensent certains auteurs, à la présence du peroxyde de fer qui donne du jaune ou du brun-rouge, très caractéristiques dans les sols très ferrugineux.

J'ai dit tout à l'heure que mes analyses d'os bruns m'avaient conduit à attribuer cette couleur à la présence de matières humiques dans le tissu osseux. Mais quelle était l'origine de ces matières humiques ?

Elles ne pouvaient provenir d'une décomposition, d'une « destruction progressive » de l'osséine comme le pense M. Lavialle, car l'humus est dû aux actions microbiennes sur les *tissus végétaux morts* et dans des conditions particulières de chaleur et d'humidité, tandis que l'osséine, produit de transformation du tissu organique des os, *ne se transforme pas en humus* : dans un milieu humide, elle se comporte comme son isomère la gélatine, c'est-à-dire qu'elle se putréfie en devenant acide, puis ammoniacale.

L'osséine n'est donc pour rien dans la présence des matières humiques dans les os, par conséquent, elles ne peuvent provenir que du milieu ambiant, sans doute par imprégnation du tissu qui est très poreux dans les os anciens ne contenant plus de matières grasses.

C'est ce que j'ai voulu vérifier par l'étude d'os recueillis *in situ*, dans des sols arables, ces sols étaient très humides la plus grande partie de l'année.

Tous les os sans exception, provenant de ces sols étaient colorés en brun.

Au contraire, des os recueillis dans des ballastières humides, à sables et graviers quartzeux, étaient complètement blancs.

Ainsi, près de Varennes (Seine-et-Marne), j'ai recueilli dans un terrain anciennement cultivé, mais actuellement recouvert de prairie, et à 50 centimètres de profondeur, les os d'un jeune ruminant, dont les tissus compacts et spongieux étaient colorés en brun par les matières humiques.

Sous la prairie, existait une ballastière dans laquelle j'ai recueilli, à 8 mètres de profondeur, et en milieu très humide, des os absolument blancs, sans aucune trace de matières humiques.

J'ai constaté des faits identiques dans plusieurs ballastières de la région de Gennevilliers, sur des os et de l'ivoire. A Champigny-sur-Marne, j'ai trouvé des os très blancs dans un lœss totalement dépourvu d'humus.

A Thorigny (Seine-et-Marne), j'ai trouvé, dans un champ, non cultivé alors, un maxillaire de porc. Or, la face reposant sur la couche de terre arable (calcaire), était colorée en brun, alors que la face opposée, exposée aux intempéries, était indemne.

Tous ces faits qui peuvent être constatés fréquemment montrent que la coloration brune est réellement due aux matières humiques, et seulement lorsqu'il y a eu contact. Elle n'est donc pas due à la décomposition de l'osséine, puisque nous ne l'observons pas dans les os des ballastières humides dépouvues d'humus. Dans ce cas, l'osséine disparaît progressivement par putréfaction.

Toutefois, j'ai voulu vérifier ces faits expérimentalement. J'ai placé des os débarrassés de leurs matières grasses (octobre 1925), sur le sol d'un champ en culture, à la base d'un talus d'où s'écoulaient les eaux pluviales ; en mars 1926, j'ai retrouvé mes échantillons colorés en brun clair sur la face reposant sur le sol, la face opposée était restée blanche.

Enfin, les expériences commencées au printemps de 1926 et poursuivies jusqu'en février 1933 à l'effet de vérifier le comportement des os préalablement débarrassés des matières grasses, et enfouis dans des sables quartzeux, non humides et non ferrugineux, ont été également concluants : ces os sont restés blancs.

Des nombreuses recherches que j'ai faites, j'ai acquis la certitude que pour que l'os se colore en brun sous l'influence des matières humiques, il est nécessaire qu'il soit en contact avec un sol calcaire.

Les matières humiques, en effet, sont solubles

(1) Giraux qui venait fréquemment chez moi avait maintes fois assisté à mes expériences et je lui avais donné quelques os bleus. Lorsque le Dr Variot présenta à la *Société préhistorique* ses os de Chassey, Giraux voulant établir ma priorité dans ces recherches, montra ceux que je lui avais donnés. Comme il ignorait absolument tout de la question, il ne vit, pas plus que Variot, qu'il y avait, dans ces colorations, deux phénomènes complètement différents.

Ses explications furent-elles quelque peu confuses ou bien le Dr Variot ne les comprit-il pas ? Toujours est-il que celui-ci, dans sa Note du 29 mars 1929, attribua à Giraux des expériences et des opinions qui m'appartenaient exclusivement, et il tenta de réfuter ce qu'il a pris pour une erreur de « MM. Giraux et Franchet » (*Bull. Soc. préh.*, 1929, p. 183).

Une discussion entre Variot et Giraux ne pouvait conduire à rien de précis, puisque l'un et l'autre ne connaissaient que très vaguement une question dont, par conséquent, ils ne pouvaient prévoir la complexité.

dans l'eau contenant en dissolution des carbonates alcalins : il se forme alors des humates de chaux. C'est pourquoi, dans les terres calcaires l'humus se rencontre toujours à l'état d'humate de chaux, comme l'a démontré aussi G. André. Dans les os bruns, c'est certainement à cet état qu'il se trouve.

Os noirs. — Les recherches de laboratoire effectuées il y a quelques années, par J. Dumont, sur les humates alcalins et les humates alcalino-terreux, l'ont conduit à cette constatation que la *matière noire* du sol est constituée par *un mélange d'humate et d'humophosphate de chaux :* « Dans les sols doués d'une grande activité chimique, dans ceux où l'humus et les phosphates abondent, la *matière noire* se forme naturellement. »

Il apparaît donc que le tissu osseux (phosphate tricalcique) étant imprégné d'humate de chaux, il y a *dans certains cas* formation d'humophosphate de chaux et le mélange produit cette coloration noire que nous observons.

Je viens de dire *dans certains cas.* En effet, si nous rencontrons dans le sol des os complètement colorés en noir, nous en trouvons d'autres, qui leur sont associés, mais sont restés à leur premier stade, c'est-à-dire qui ont conservé leur couleur brune.

Et, mieux encore, dans l'Helvétien de Thenay j'ai trouvé avec des os bruns et noirs, huit catégories de dents colorées par les matières humiques :

1° Email et cément, noirs ;
2° Email noir et cément brun ;
3° Email bleu et cément brun ;
4° Email brun et cément noir ;
5° Email et cément bruns ;
6° Email vert céladon et cément brun ;
7° Email et cément blanc jaunâtre ;
8° Email noir avec taches brunes (défense).

Ce remarquable ensemble de documents appartenant à un même terrain et à un même niveau, m'ont fait voir que les combinaisons humiques n'étaient pas constantes et devaient être soumises, quant à leur formation, à des influences que non seulement nous ignorons, mais au sujet desquelles nous ne pouvons même pas formuler d'hypothèses, puisque nous ne savons, pour ainsi dire, rien de la composition du sol et, par conséquent, des réactions qui se produisent.

Toutefois, nous pouvons, au point de vue des colorations, nous rendre compte de certains faits, comme, par exemple, que le brun et le noir résultent d'un même phénomène dont ils représentent deux stades ; il en est de même du blanc et du noir.

L'émail noir avec taches brunes (8°) de la défense semble bien démontrer qu'il y a d'abord formation du brun par l'humate de chaux, puis ensuite formation du noir par adjonction de l'humophosphate de chaux. Il est vrai que l'on peut penser aussi que les deux composés humiques se sont formés simultanément et non pas successivement.

Dans certains cas, le noir s'est formé seulement dans l'émail, dans d'autres, seulement dans le cément, dans d'autres enfin dans l'émail et le cément. Nous en pouvons conclure que la structure de l'os n'a aucune influence, mais nous ne pouvons aller au-delà dans le domaine de la réalité.

Cependant, je dois signaler un fait particulier dans la coloration des dents : la couleur, brune ou noire, n'affecte jamais que la surface de l'émail, alors que dans les os elle imprègne toute la masse. Par conséquent, si la structure de l'os n'a pas d'influence sur la *coloration*, elle en possède certainement une sur la *pénétration :* l'émail, formé par un assemblage de fibres parallèles pressées les unes contre les autres, forme une masse extrêmement compacte, tandis que le tissu osseux est formé de lamelles concentriques constituant une masse stratifiée peu compacte, très poreuse.

C'est à cette différence que tient, dans les terrains calcaires, la durée presque indéfinie des dents et la destruction rapide des os, faits que j'ai démontrés naguère.

Os bleu-indigo. — Le bleu indigo s'observe en général, assez mal sur les os, mais beaucoup mieux sur l'émail des dents. Les bleus des dents de l'Helvétien de Thenay sont assurément très beaux (notamment ceux de la collection Bourgeois à Pontlevoy), mais les plus remarquables que j'ai vus au cours de mes travaux sont ceux du Pontien d'Ordos dont je parlerai tout à l'heure, ainsi que ceux d'Ethiopie et du Tibesti.

Quant aux os du Camp de Chassey qui ont servi au Dr Variot pour tenter vainement de démontrer que le phosphate de fer n'était pas le colorant bleu des os que j'avais décrits en 1924, je n'en puis parler, car il s'est refusé énergiquement à m'en communiquer le moindre fragment.

Du travail de M. Lavialle sur ces os bleu indigo, il résulte ceci :

1° Cette couleur est due à la présence dans l'os d'une substance humique. C'est un fait ;

2° Cette substance résulterait de la décomposition lente de l'osséine. C'est une hypothèse, et je la considère comme inexacte.

En effet, rien actuellement ne permet de dire, que « les processus de décomposition et de carbonisation partielle aboutissant aux matières humiques du sol, sont vraisemblablement les mêmes que ceux qui engendrent, aux dépens de l'osséine ou de la matière organique résiduelle, le pigment (humique). »

Si cette théorie était exacte, on ne pourrait expliquer :

1° Pourquoi les os qui renferment des matières humiques, et *seulement ceux-là*, se rencontrent exclusivement dans les sols calcaires humides contenant ces mêmes matières humiques, que l'on sait être d'origine végétale, ou bien en ayant contenu aux époques géologiques lorsque sont morts les animaux dont nous retrouvons les restes ?

2° Pourquoi les sols siliceux humides dans lesquels il n'existe pas de matières humiques et où la décomposition progressive de l'osséine devient complète, les os ne contiennent *jamais* de substances humiques ?

La théorie de M. Lavialle susciterait d'autres questions encore ; elle soulève en outre bien des problèmes qui, peut-être, seront résolus un jour encore lointain.

M. Lavialle se base sur ses recherches de laboratoire certainement très exactes, tandis que je me base sur des faits réels, car les recherches de laboratoire m'ont conduit jadis, au sujet des os, à des théories que j'ai dû rejeter ; lorsque j'ai regardé ce qui s'était passé dans le sol, j'ai vu combien la chimie du sol différait, la plupart du temps, de la chimie de laboratoire, et conduisait à des conclusions différentes parce que, comme je l'ai déjà dit, nous sommes encore dans une ignorance à peu près totale des réactions chimiques et microbiennes qui s'opèrent dans le sol ; nous en ignorons même, le plus souvent, les causes réelles.

Par conséquent, tout en rendant hommage au travail qu'a publié M. Lavialle pour démontrer, sur l'invitation de M. Variot, ma prétendue erreur, je considère comme inacceptable sa théorie de la formation des substances humiques par décomposition des matières organiques d'origine *animale*.

Si la matière humique qui colore l'os provenait de la décomposition de l'osséine, toute la masse de la dent : émail, ivoire et cément, serait uniformément colorée et la coloration ne s'étendrait pas seulement à certaines zones.

Prenons, par exemple, une dent noire de Thenay et pratiquons dans un des cônes une coupe verticale (fig. 5). Nous voyons dans l'épaisseur de l'émail plusieurs zones diversement colorées mais toujours dans les colorations que donnent les deux combinaisons humiques : humate et humophosphate de chaux, c'est-à-dire le bleu, le brun foncé et le brun-jaune. Seul, le noir n'affecte que la surface en couche très mince atteignant à peine un dixième de millimètre, sous le noir , la zone *a a'* est bleuâtre sur une épaisseur de 1 mm. 8 ; sous le bleu, il existe une zone de 8 mm. où à côté du blanc (*b*), se voit du brun (*c*). Enfin, sous l'émail l'ivoire, dans toute son épaisseur, est brun-jaunâtre.

Les épaisseurs que j'indique ne sont pas dans toutes les dents rigoureusement les mêmes, elles présentent parfois, sur un même échantillon, de légères différences, sauf, toutefois, le noir superficiel, dont la couche sur toutes les dents est toujours sensiblement la même.

Dans la défense (*Mastodon ?*), seule la couche noire superficielle existe à l'exclusion des zones colorées internes, mais son épaisseur atteint, sur certains points, 0 mm. 5. Par contre, la masse de l'ivoire, à partir de la limite de la couche noire, montre entre les lames des inclusions de peroxyde de fer. Est-ce en raison de ces inclusions que les matières humiques n'ont pas pénétré ? Je ne saurais le dire encore. En tous les cas toutes les parties qui n'ont pas été en contact avec l'oxyde de fer, se colorent en bleu, comme je l'ai dit plus haut, par action thermique.

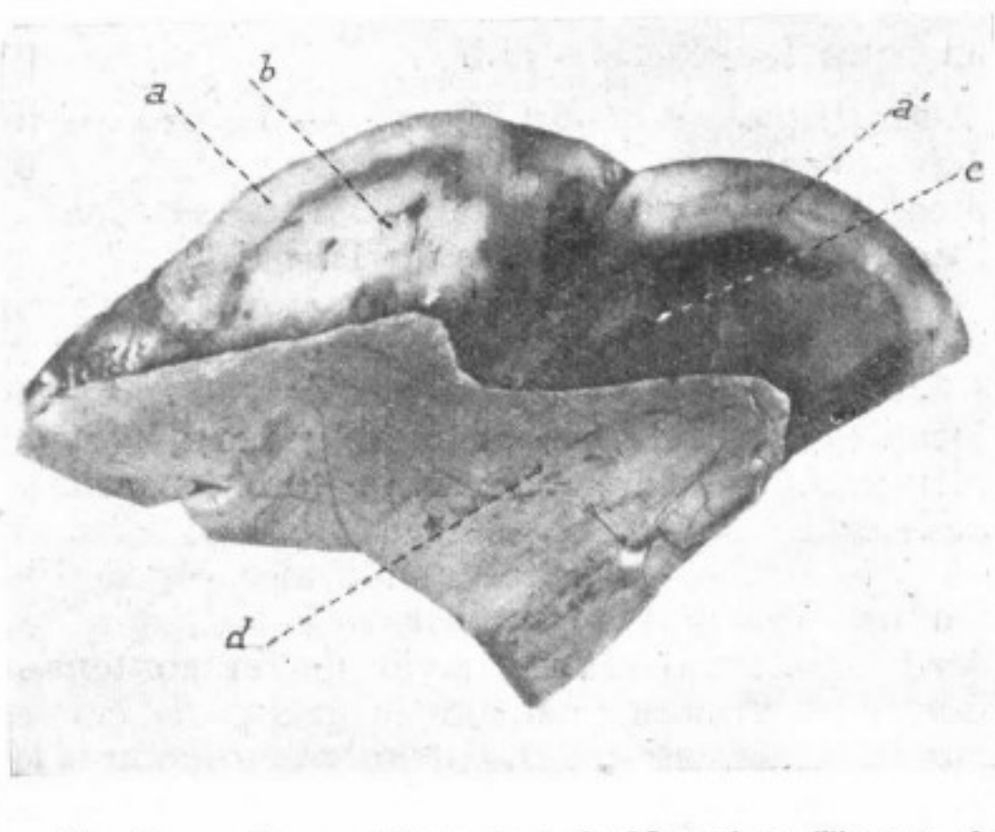


Fig. 5. — Coupe d'une dent de Mastodon, Thenay. La surface est noire. — *aa'*, zone bleuâtre. — *b'* zone blanche. — *c*, zone brun foncé et brun clair. — *d*, ivoire brun jaune.

Dans les dents d'Ordos, le passage du bleu au noir, provenant des matières humiques se montre avec toutes les tonalités intermédiaires, mais chaque coloration bleue ne se juxtapose jamais avec un autre bleu sur l'émail d'une dent et nous y voyons toutes les nuances du bleu, depuis le bleu très clair jusqu'au noir (qui, en réalité, n'est qu'un bleu très foncé). Cette gamme constitue un des plus beaux exemples que j'ai observés au cours de mes recherches sur les os bleu-indigo.

Quant au cément, il est toujours coloré en brun. En tous les cas dans les dents d'Ordos que j'ai vues, je n'en ai pas remarqué présentant les différences de coloration que j'ai signalées dans les dents de Thenay.

La graduation dans les nuances du bleu indi-

go que nous observons sur les os et les dents a toujours la même cause : la teneur en pigment noir et son extrême division dans le tissu osseux. A mesure que celui-ci s'imprègne de « matière noire humique » qui, peu à peu, se répand dans la masse blanche de l'os, le ton passe du bleu clair au noir.

Le phénomène inverse, comme nous le verrons, se produit lorsqu'on incinère des os et que se manifestent successivement la 4e phase (noir), la 5e phase (bleu indigo) et la 6e phase (bleu et gris-bleu : la coloration passe ainsi du noir au bleu clair, puis au gris-bleu jusqu'au blanc.

Dans les tourbières qui sont très riches en matières humiques, les os sont toujours colorés en brun foncé et en noir.

Os d'Ethiopie et du Tibesti. — Le professeur Joleaud m'a montré récemment deux séries d'os, très fossilisés (coll. de la Sorbonne), venant l'une d'Ethiopie et l'autre du Tibesti.

Un grand nombre de ces os est coloré en bleu indigo allant jusqu'au noir, absolument comme à Thenay et à Ordos, et, comme dans ces deux localités, la surface seulement est colorée en bleu-gris, en bleu et en noir, tout le système de lamelles concentriques est coloré en brun ou en jaunâtre et le canal médullaire est rempli par un ciment très compact, noir ou brun-noir dont le colorant est un oxyde de fer contenant une assez grande quantité de grains de calcite qui apparaissent nettement au microscope lorsque, comme l'a fait M. Joleaud, on pratique une coupe dans l'os.

L'oxyde de fer, nous le savons, paraît être indispensable dans la formation de l'humus, mais en dehors de cette action, il ne semble jamais en avoir sur le ton brun, bleu ou noir.

Ces tons se sont vraisemblablement développés lorsque l'os a séjourné au sein des matières végétales après la mort de l'animal, puis la fossilisation s'est opérée enfermant tous les pigments colorés, en les rendant immuables tels que nous les voyons encore aujourd'hui.

Enfin, j'appelle l'attention sur la présence de la calcite dans ces os africains (indépendamment du calcaire qui se trouve naturellement dans le tissu osseux), car nous la retrouvons toujours dans les os qui se sont colorés dans le sein de la terre.

IV. — Os colorés par observance de rites funéraires.

On trouve quelquefois dans les anciennes sépultures préhistoriques ou protohistoriques des os colorés en rouge ou en vert. Ces questions sont aujourd'hui assez connues. Mais en 1920, la découverte d'os colorés en vert, faite dans la sépulture des rois de Navarre, souleva un problème intéressant, quant à l'origine de la coloration de ces os. Je donnerai tout à l'heure le résultat de mes recherches.

Os colorés en rouge. — De nombreuses sépultures ont donné, dans tous les pays, des ossements humains colorés en rouge. Je n'entrerai pas ici dans une discussion sur les différentes hypothèses qui ont été émises depuis trois quarts de siècle sur les rites en usage chez les primitifs pour donner aux os une couleur rouge, ce qui serait sortir du cadre de cette étude.

Deux matières seulement ont été employées : l'une, le *cinabre* (sulfure de mercure), ne l'a été que très exceptionnellement, notamment sur un crâne trouvé dans la sépulture de Sgurgola, province de Rome ; l'autre, l'*ocre rouge* (peroxyde de fer mélangé d'argile), a été fréquemment observé.

Le rite funéraire qui consiste à colorer les os des morts avec de l'ocre, n'appartient pas exclusivement aux époques préhistoriques, mais a subsisté jusqu'à nos jours chez quelques peuples.

L'ocre dont les os ont été recouverts, soit par saupoudrage, soit par peinture, présente souvent une assez grande adhérence due certainement à sa nature colloïdale.

C'est pourquoi, lorsqu'on veut tenter, en vue d'une étude de technique préhistorique, de reconstituer le rite funéraire de la coloration des os, il faut avoir soin de prendre des ocres dans leur gisement même et non pas de les acheter chez les marchands de couleur, comme je l'ai vu faire, car on ne peut être certain (à moins d'en faire une analyse), que cette ocre n'a pas été chauffée, ainsi que cela se pratique parfois dans l'industrie pour obtenir des tons intermédiaires de rouge allant jusqu'au violet. En effet, le ton de l'ocre se modifie au fur et à mesure que la matière se déshydrate.

En outre, et c'est là le point le plus intéressant pour nous, le chauffage enlève à l'ocre ses propriétés colloïdales.

On choisira des ocres d'une très grande finesse, qui, du reste, se trouvent assez communément dans la nature. Si on est obligé de se servir d'une ocre grossière, on en séparera les gros éléments en la délayant dans l'eau, puis en passant la bouillie liquide obtenue dans un tamis en laiton, n° 180 (4.356 mailles au centimètre carré), ou mieux n° 200 (5.378 mailles), tamis que l'on trouve dans le commerce.

Os verts. — Les os se sont colorés en vert par le cuivre de deux manières : 1° par contact avec un objet en cuivre ou en bronze ; 2° par bouillage dans une saumure, dans un récipient en cuivre.

1° *Verdissement par contact.* — Tous les archéologues qui ont pratiqué des fouilles dans les anciennes sépultures connaissent ces os co-

lorés en vert par contact avec les objets en cuivre ou en bronze (armes, bijoux, etc.), qui étaient placés dans la tombe, lors de l'inhumation. L'humidité du sol et celle qui émane du cadavre provoquaient l'oxydation du métal, de sorte que les os qui se trouvaient être en contact avec lui après disparition des chairs, étaient colorés en vert.

Il n'y a pas à insister sur cette question très connue.

2° *Verdissement par bouillage.* — Beaucoup plus intéressante et bien moins connue est la coloration des os, en vert ou vert-bleu, due au bouillage des cadavres dans une saumure, effectué dans un récipient en cuivre suivant une pratique en usage au Moyen-Age, notamment en France, à l'égard de certains grands personnages.

Jusqu'à la fin du XVIII[e] siècle, les embaumements, par introduction de matières aromatiques dans le corps du cadavre, après extraction des entrailles et des viscères, étaient fort rares, et dans le but de reculer et même d'éviter la putréfaction, on faisait bouillir le mort suivant certains procédés.

L'attention a été attirée il y a quatre ans, sur cette importante question historique à la suite de la découverte faite dans la cathédrale de Lescar (Basses-Pyrénées), par le chanoine Dubarat, de la sépulture de plusieurs membres de la famille royale de Navarre, inhumés en ce lieu de 1483 à 1555.

Cette découverte donna lieu, de la part du Dr Anthony, Professeur au Muséum, à une étude anatomique très remarquable (1). Ce savant parvint à identifier tous les personnages dont on avait retrouvé les ossements.

Parmi ces ossements quelques-uns, qui reposaient sur le sol même de la crypte, présentaient une coloration verte ou noirâtre, avec, parfois, quelques zones brunes, et aussi des zones non colorées.

Le Dr Anthony m'ayant montré ces os, j'ai effectué quelques recherches dont je vais donner les résultats. Mais auparavant, je vais relater succinctement les avis émis par les savants qui, les premiers, eurent à s'occuper de ces ossements verts.

M. le Professeur Denigès, de la Faculté de Médecine de Bordeaux, y a reconnu la présence du cuivre, cependant, la sépulture, bien que violée antérieurement, ne paraissait avoir contenu aucun objet en cuivre. M. Hasenfratz, du Muséum, reconnut, lui aussi, la présence du cuivre.

(1) ANTHONY. — *Identification et Etude des ossements des Rois de Navarre inhumés dans la Cathédrale de Lescar* (Archives du Muséum, 6e série, tome VII, 1931 et *Revue Scientifique*, 68e année, 1930).

Le Dr Brau-Tapie qui, le premier, examina les os lors de leur découverte en 1929, rappela qu'au Moyen-Age, on décharnait, en les faisant bouillir, les corps des grands personnages lorsqu'il fallait les transporter au loin.

C'est ainsi que « les restes de saint Louis, mort à Tunis en 1270, furent bouillis dans l'eau salée ; les os furent transportés à Saint-Denis, et la chair à Monreale, en Sicile. Philippe III le Hardi, mort à Perpignan en 1285, fut bouilli dans de l'eau et du vin ; les os furent transportés à Saint-Denis, les chairs et les entrailles à Narbonne. On cite aussi une sœur de l'Oratoire qui mourut à Anvers en 1626, et dont le corps fut bouilli. » « Le Dr Brau-Tapie, dit M. Anthony, se fiant à de si nombreux précédents, pense, avec raison, à mon avis, que dans le cas particulier des rois de Navarre, il y eut d'abord décharnement, au moins grossier, sans quoi la coloration verte n'eût pas pénétré jusqu'aux os et surtout ne les eût pas pénétrés, et qu'ensuite les os furent bouillis. Il estime que ces derniers furent alors traités au sulfate de cuivre employé comme agent de conservation. »

Si le Dr Anthony pense qu'il y eut décharnement préalable, *avant le bouillage* dans l'eau salée, il ne croit pas, et ses expériences lui ont donné raison, que la coloration verte et bleue des os provienne de l'emploi du sulfate de cuivre. Elle est réellement due à la présence de l'oxychlorure de cuivre.

Comme je le montrerai tout à l'heure, mes propres expériences, en donnant raison au Dr Anthony, m'ont fourni l'explication des zones bleues et brunes, allant parfois jusqu'au noir, que l'on observe sur les os verts de la sépulture des rois de Navarre.

Par contre, ces mêmes expériences sont en désaccord avec l'hypothèse d'un décharnement préalable, *avant bouillage*, mais en parfait accord avec ce qu'a écrit Juvenal des Ursins au sujet du traitement infligé au corps du roi d'Angleterre Henri V, mort à Vincennes en 1422 :

« *Son corps*, dit Juvenal, *fut mis par pièces et bouilly en une poesle, tellement que la chair se sépara des os. L'eau qui restait fut jetée en un cimetière et les os avec la chair furent mis en un coffre de plomb avec plusieurs espèces d'espices, de drogues odoriférantes et choses sentant bon* (1). »

Il n'y eut donc pas, à mon avis, décharnement avant le bouillage, puisqu'il est bien spécifié que la chair se sépara des os, et mes expériences ont corroboré en tous points le récit de Juvenal des Ursins. Lorsque la chair s'est, *au cours du bouillage*, séparée des os, rien ne s'oppose plus au contact de la saumure, chargée

(1) Le nom de *Saleurs* était donné aux embaumeurs.

de sel de cuivre, avec les os. Mes recherches ont été tout à fait concluantes à cet égard.

Le bouillage s'opérait sans aucun doute dans un récipient en cuivre, car s'il eût été en fer, le sel l'eût attaqué rapidement, et, en outre, les os n'eussent pas été colorés en vert.

Les substances les plus usitées alors pour empêcher ou retarder la putréfaction des matières animales étaient le sel marin et le vinaigre, substances déjà connues et employées dans l'antiquité sous forme de saumures. La *saumure saline* consistait en eau fortement salée ; la *saumure acide*, beaucoup plus énergique, qui était appelée *saumure aigre*, était une saumure saline additionnée de vinaigre.

La saumure aigre jouait un rôle important dans la pharmacopée des anciens : c'est l'*oxalme* des Grecs (1) et l'*acida muria* des Latins (ceux-ci appelaient *muria soluta*, la saumure saline additionnée de miel).

Quant au vin chaud, il a été longtemps utilisé comme antiseptique, pour le lavage des plaies ; il était encore d'un usage courant dans les campagnes il y a une quarantaine d'années. Il n'y a donc pas lieu d'être surpris que Philippe III ait été bouilli dans le vin.

Le Dr Brau-Tapie avait pensé tout d'abord que la coloration verte des os des rois de Navarre provenait d'un traitement au sulfate de cuivre, mais cette hypothèse ne pouvait être admise.

Le Dr Anthony a donc fait l'expérience suivante : après avoir décharné des os, il les fit bouillir dans un récipient en cuivre contenant de l'eau fortement salée (saumure saline). Après bouillage, il les laissa macérer dans le liquide pendant deux mois. C'est à ce moment que je les vis et pus les comparer avec ceux du roi Henri II (identifié par le Dr Anthony).

J'observai que, malgré cette longue macération dans une saumure riche en cuivre, car le récipient avait été assez fortement attaqué par le sel, la coloration n'était pas très prononcée quoique comparable, mais sur certains points seulement, aux os-types. La couleur eût dû cependant être partout uniforme. C'est alors que j'ai pensé à la saumure acide, contenant du vinaigre, et que j'entrepris une série de recherches dans le but de retrouver l'origine des couleurs vertes, bleues et brunes des os, et aussi de voir si la durée de la macération pouvait avoir une influence, d'autant plus que je ne pense pas qu'on laissait macérer le corps pendant deux mois. Je voulais voir également l'action de la saumure cuivreuse sur les muscles, les tendons et la graisse.

(1) Matthiole. — Commentaires sur les six livres de Ped. Dioscoride de la Matière médicinale. In-folio, Lyon 1572. Trad. sur la 3e édit. de 1569; la première est de 1558, la seconde de 1565.

J'ai préparé deux saumures :

1° Une saumure *saline*, contenant : eau 1.000 grammes, sel 50 grammes ;

2° Une saumure *acide*, contenant : eau 1.000 grammes, sel 50 gr., vinaigre de vin 50 cent. cubes.

Traitement des os. — J'ai traité des os préparés ainsi :

1° Os contenant les matières grasses ;

2° Os partiellement débarrassés des matières grasses ;

3° Os entièrement débarrassés des matières grasses ;

4° Os secs (provenant d'une sépulture énéolithique).

Tous les os des trois premières catégories ont été traités sans décharnement préalable.

Par conséquent, les muscles, avec les parties grasses adhérentes et les tendons ont subi le même traitement, dans les mêmes conditions.

Tous les échantillons ont été bouillis pendant 3 heures, complètement immergés dans chacune des saumures, dans un récipient en cuivre non étamé.

La durée de l'immersion (sans chauffage nouveau) s'est prolongée pendant 62 jours durant lesquels des observations journalières ont été faites.

Après 18 heures, de petites taches verdâtres apparaissaient ça et là ;

Après 36 heures, les taches vert-clair se voyaient nettement ;

Après 72 heures, la coloration verte était généralisée sur les os, les muscles, la graisse et les tendons.

Le 5e jour la coloration avait atteint son maximum dans les os dépourvus de matières grasses.

Quant à ceux qui contenaient les matières grasses, le maximum de coloration ne fut atteint que les 8e et 10e jour.

Le 62e jour les colorations étaient restées au même point qu'au 10e jour.

Les causes qui influent sur la coloration verte des os. — Au cours du bouillage, la chair s'est détachée des os ; toutefois, à certains endroits, elle reste parfois adhérente, mais elle se détache également sous une légère pression ou traction. Les tendons sont beaucoup plus adhérents, surtout au voisinage des épiphyses.

Dans les zones où la chair est restée adhérente (quoique facilement détachable), il n'y a pas de coloration verte, par conséquent, cette absence de coloration ne provient pas d'une émergence de l'os hors de la saumure (fig. 6).

1° Les os dont toute les matières grasses ont été éliminées, ainsi que les os secs très anciens ne se colorent pas en vert émeraude, mais en *bleu-vert* (bleu turquoise) ; ils présentent parfois ça et là, des taches jaunâtres.

2° Les os partiellement débarrassés de leurs

matières grasses ont une coloration *vert-émeraude clair*, sauf dans les zones d'où la graisse a totalement disparu (notamment les diaphyses), où la couleur est bleu-vert. On observe toujours ça et là des taches jaunes ou brun clair.

3° Les os contenant encore une forte proportion de matières grasses ont une coloration *vert-émeraude foncé*, avec des taches brunes et noires.

4° Les os contenant encore toutes leurs matières grasses ont une coloration *vert-noir*.

Quant aux dents (émail), elles ne se colorent pas ou très difficilement, sauf le cément qui, ayant la même structure que le tissu compact de l'os, se colore comme ce dernier.

Action de la saumure cuivreuse sur les tissus. — Les muscles, les parties grasses et les tendons sont rapidement saturés par la saumure cuivreuse. Ils ont été soumis au même traitement que les os.

Retirés de la saumure et exposés à l'air, ils se dessèchent et deviennent d'une dureté voisine de celle de la corne, leur coloration est vert-noir. Toutefois, un échantillon de muscle dans lequel se trouvaient de minces couches de graisse ayant été boulli, la graisse s'est liquéfiée et le tissu musculaire restant a été coloré en vert clair : desséché, il est devenu cassant et friable.

En tous les cas, muscles, graisses et tendons sont littéralement momifiés et rendus imputrescibles. Ils conservent encore une légère odeur de suif (1).

Résumé. — La saumure *saline* et la saumure *acide* conduisent l'une et l'autre à des résultats sensiblement identiques. Toutefois, les os traités dans la saumure acide ont une coloration plus accentuée.

La coloration verte est réalisée le 5e jour, il semble qu'alors le tissu osseux ait absorbé son maximum de colorant. Il est donc impossible de conclure, d'après la coloration, sur la durée de la macération, d'autant plus qu'il s'agissait surtout d'empêcher la putréfaction des chairs, résultat qui était obtenu dès le 5e jour.

Les différences de coloration ne dépendent nullement de la durée de l'immersion dans la saumure cuivreuse, mais uniquement de la graisse contenue dans les os.

J'en ai fait la vérification de la manière suivante : un os contenant sa graisse et coloré de ce fait en vert-noir a été sectionné en deux, au milieu de la diaphyse. La première partie a été conservée comme témoin, la seconde a été dégraissée par ébullition dans l'eau pendant 4 heures. Or, à mesure que la graisse disparaissait, le vert-noir passait progressivement au vert-bleu, pour atteindre nettement cette couleur à la fin de l'opération. L'expérience a donc été concluante.

Les os du roi Henri II sont devenus vert émeraude parce que le bouillage auquel ils ont été soumis avait dissout une grande partie de la graisse. Or, théoriquement, après leur long séjour de plusieurs siècles dans le sol de la crypte, la graisse aurait dû disparaître et le vert passer au ton bleu. S'il n'en a pas été ainsi, je pense

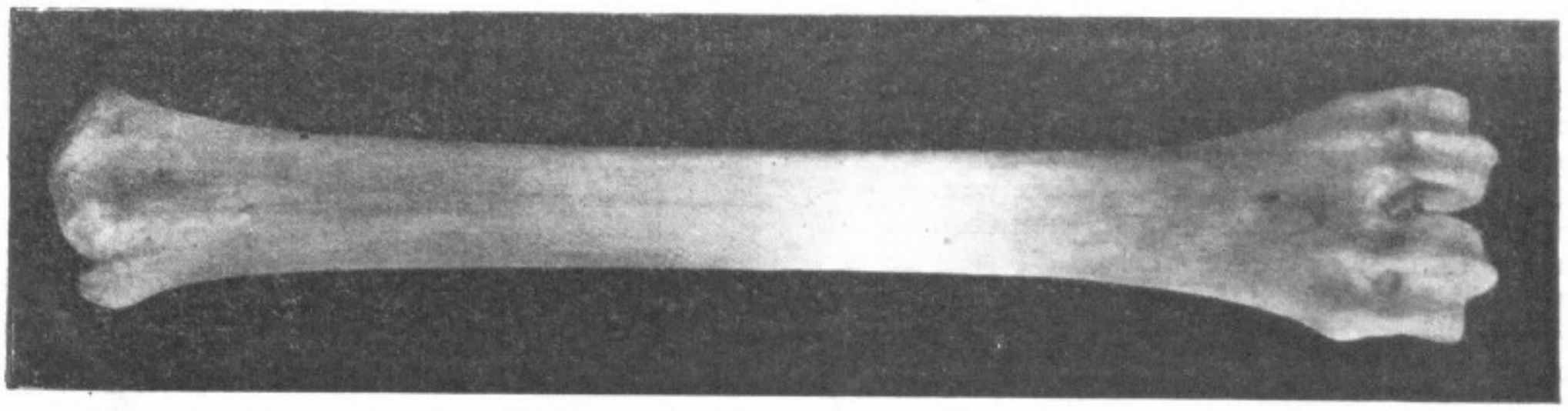


Fig. 6. — Os après bouillage dans la saumure acide, sans décharnement préalable. Les zones vertes, (noires sur la figure) vers les épiphyses étaient dépouillées de chairs. La zone blanche, à la diaphyse, avait conservé la chair.

(1) Le Muséum de Paris possède une main de femme, trouvée à Clamecy (Nièvre), qui a été décrite par Daubenton (V. Buffon, *Histoire naturelle*, t. XIV, supplément, p. 375). « Cette main est complètement desséchée ; la peau et toutes les parties molles sont noires, racornies et même détruites en plusieurs endroits où elle laisse les os à découvert et l'on voit que ceux-ci ont une couleur bleu teintée de vert plus ou moins foncé. »

Cette main momifiée avec sa peau et ses muscles « noirs et racornis et ses os bleu-vert » a été bouillie dans une saumure, en récipient de cuivre, car ses caractéristiques établissent nettement son identité absolue avec les os, les muscles et les tendons que j'ai traités dans les mêmes conditions.

Daubenton semble n'avoir pas connu cet antique procédé d'embaumement.

qu'il en faut voir la cause dans ce fait que les matières grasses restantes ayant été saturées par l'oxychlorure de cuivre, sont devenues imputrescibles et sont restées dans le tissu osseux.

Je ne vois pas d'autre explication. Il eut été nécessaire de rechercher si ces os contenaient encore des matières grasses et à quel état.

En ce qui concerne les zones non colorées des os du roi de Navarre, elles sont dues aux chairs qui étaient restées adhérentes, car il n'y a certainement pas eu décharnement préalable.

V. — L'incinération des os et ses phénomènes.

L'incinération des os est accompagnée de certains phénomènes qui m'ont semblé être insuffisamment connus.

En effet, en 1912, étant en mission en Crète, j'eus à m'occuper d'une prétendue incinération rituelle. Il y avait au Musée de Candie des os humains, noirs, trouvés par le regretté Xanthoudidis, dans une sépulture placée dans un sol marécageux. Xanthoudidis communiqua ces os au Dr Baudouin qui les déclara colorés par suite d'un commencement d'incinération. Je pus démontrer expérimentalement que les os ayant subi l'action du feu différaient, complètement des os noirs du Musée, qui étaient colorés par des matières humiques.

Quel que soit l'état dans lequel un os est incinéré, frais, sec ou encore enveloppé par les muscles et les tendons, les phénomènes provoqués par l'action de la chaleur, sont toujours les mêmes et se succèdent toujours suivant le même processus. En effet, les muscles, tendons et graisses se consument en premier lieu, puisqu'ils subissent les premières atteintes du feu. C'est pourquoi il est préférable d'utiliser, pour une expérience, des os décarnisés et mieux encore, des os secs, ce qui permet de suivre plus facilement les réactions, parce qu'on peut alors chauffer avec plus de précautions surtout au début de l'opération (1).

Les diverses phases de l'incinération. — Lorsqu'on soumet un os à l'action du feu, la décomposition commence dès que la chaleur agit sur la matière organique de l'os, l'osséine qui en est la trame, mais cette décomposition ne devient apparente que vers 100°, où commence la première phase, début de la carbonisation de l'osséine :

1re *phase :* l'os prend une teinte jaune ;
2e *phase :* brun clair ;
3e *phase :* brun foncé ;
4e *phase :* noire, la carbonisation est complète ;
5e *phase :* bleu indigo ;
6e *phase :* bleu-gris ;
7e *phase :* blanche (on atteint alors 600°) ;
8e *phase :* l'os se contracte et se déforme ;
9e *phase :* fissurage et torsion ;
10e *phase :* début de la vitrification; le tissu prend l'aspect de la porcelaine ;
11e *phase :* fusion (1.200°).

Nous verrons tout à l'heure les effets de la destruction de l'osséine.

Les dents se comportent tout autrement que les os, tout au moins l'émail et l'ivoire dont la structure diffère de celle du cément, identique à celle des os qui sont formés de lamelles concentriques.

Si, lorsqu'on incinère une dent, on chauffe, dès le début, trop brusquement, l'émail éclate

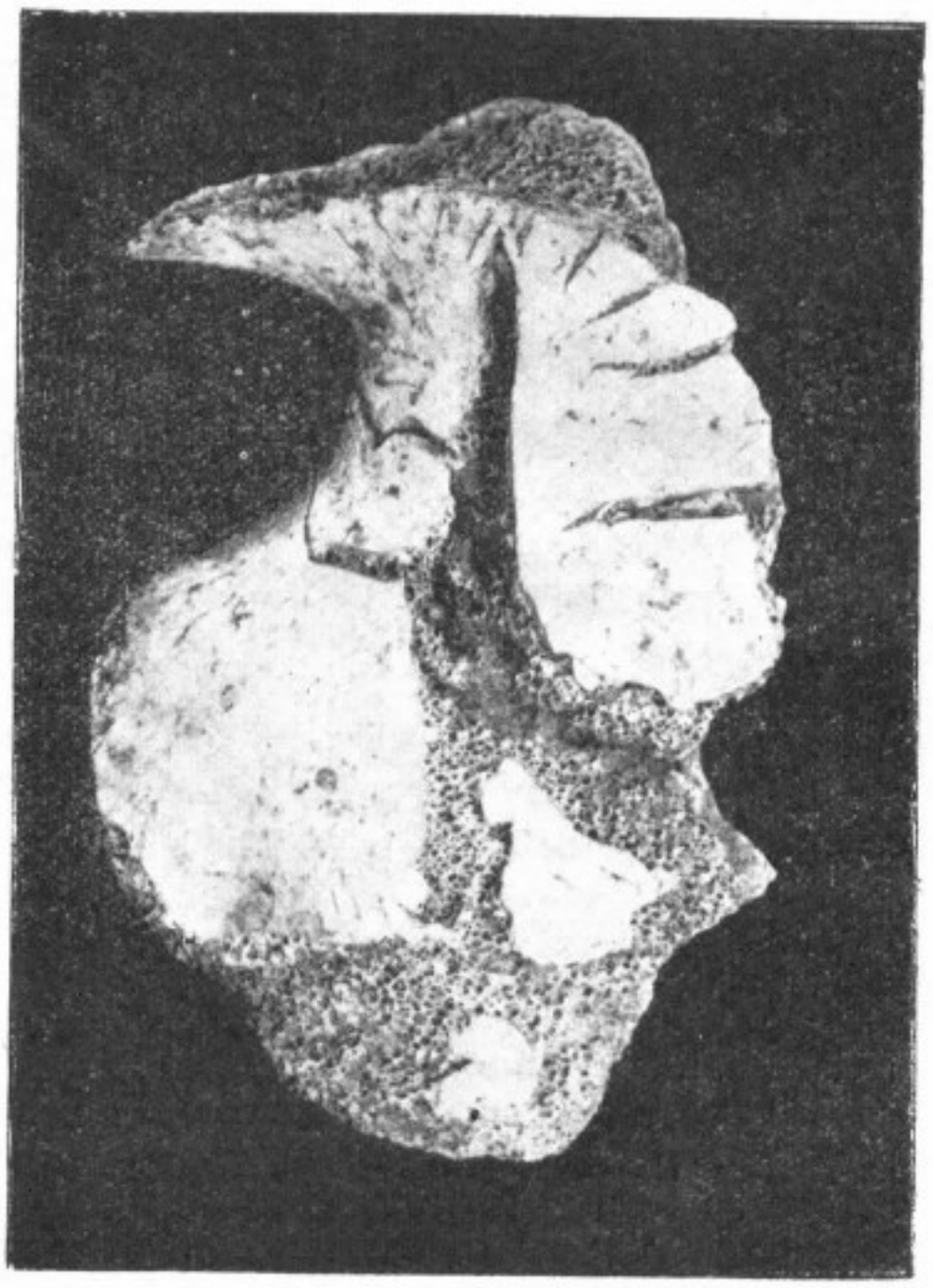


Fig. 7. — Fissurage de l'os.

en menus fragments ; l'ivoire se désagrège brusquement et éclate parfois comme l'émail. Ces accidents proviennent de la structure de la dent : l'émail est constitué, comme je l'ai dit, par un assemblage de fibres parallèles, pressées les unes contre les autres, formant une masse compacte, d'une extrême dureté, quant à l'ivoire, il est moins compact que l'émail en raison du nombre considérable de canalicules qu'il renferme, sa masse peut donc se dilater plus librement que l'émail.

(1) Il ne faut pas, bien entendu, utiliser des os ayant subi des opérations chimiques en vue de les débarrasser des muscles et des matières grasses.

Les dents et l'ivoire fossiles résistent beaucoup mieux à l'action de la chaleur par suite de la disparition partielle de l'osséine.

Les effets de la carbonisation et de la destruction de l'osséine. — Pendant les trois premières phases (jaune, bruns clair et foncé), bien que la décomposition de l'osséine soit commencée, l'os conserve encore, à peu près intacte, sa solidité, mais dès la 4e phase (noire), la carbonisation étant complète, la résistance aux chocs est déjà très diminuée et cette diminution s'accentuera progressivement pendant les 5e et 6e phases (bleu indigo et gris-bleu) ; puis les teintes bleues indiquent que la 7e phase (blanc), est commencée, car elles sont dues à un mélange de noir et de blanc extrêmement divisés. Lorsque cette 7e phase est complètement réalisée, la destruction de l'osséine étant totale, l'os ne renferme plus que ses matières minérales : phosphate et carbonate de chaux, phosphate de magnésie, fluorure et chlorure de calcium et oxyde de fer : la trame (l'osséine), n'existant plus, il est alors d'une extrême fragilité et tombe en poussière au moindre choc.

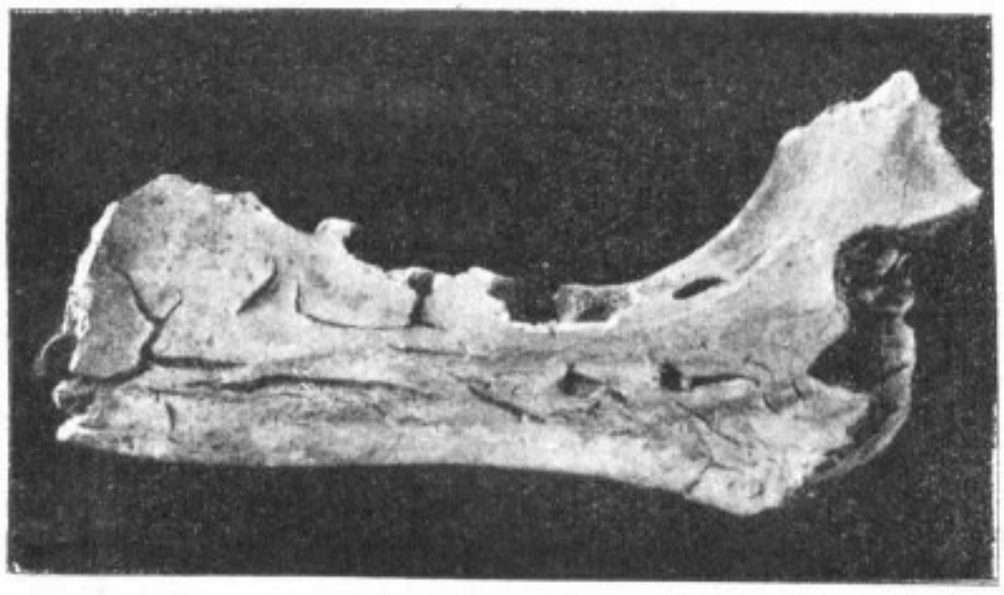


Fig. 8. — Fissurage du maxillaire.

Le travail de la matière osseuse au cours de l'incinération. — Considérons l'os à la fin de la 7e phase, lorsqu'il ne contient plus aucune trace de charbon. Ses composants ne possèdent alors aucune cohésion, mais si nous continuons à le chauffer, il va se produire une contraction énorme, le tissu osseux qui était disloqué, va se resserrer, la masse va diminuer de volume en provoquant des déformations qui commencent à s'ébaucher (8e phase). La 9e phase, très remarquable, va alors se manifester, un travail considérable s'opère : sous l'influence de la contraction, l'os va se fissurer (fig. 7 et 8), se tordre, s'incurver (fig. 3 et 10), s'enrouler sur lui-même (fig. 9) ; parfois une fissure séparera l'os dans toute sa longueur ou seulement, sur une section, traversant par exemple sa diaphyse de part en part ; si alors une rupture se produit vers l'épiphyse, la bande ainsi séparée n'étant plus rattachée au corps de l'os que par une extrémité, s'incurve, comme le montre la figure 10.

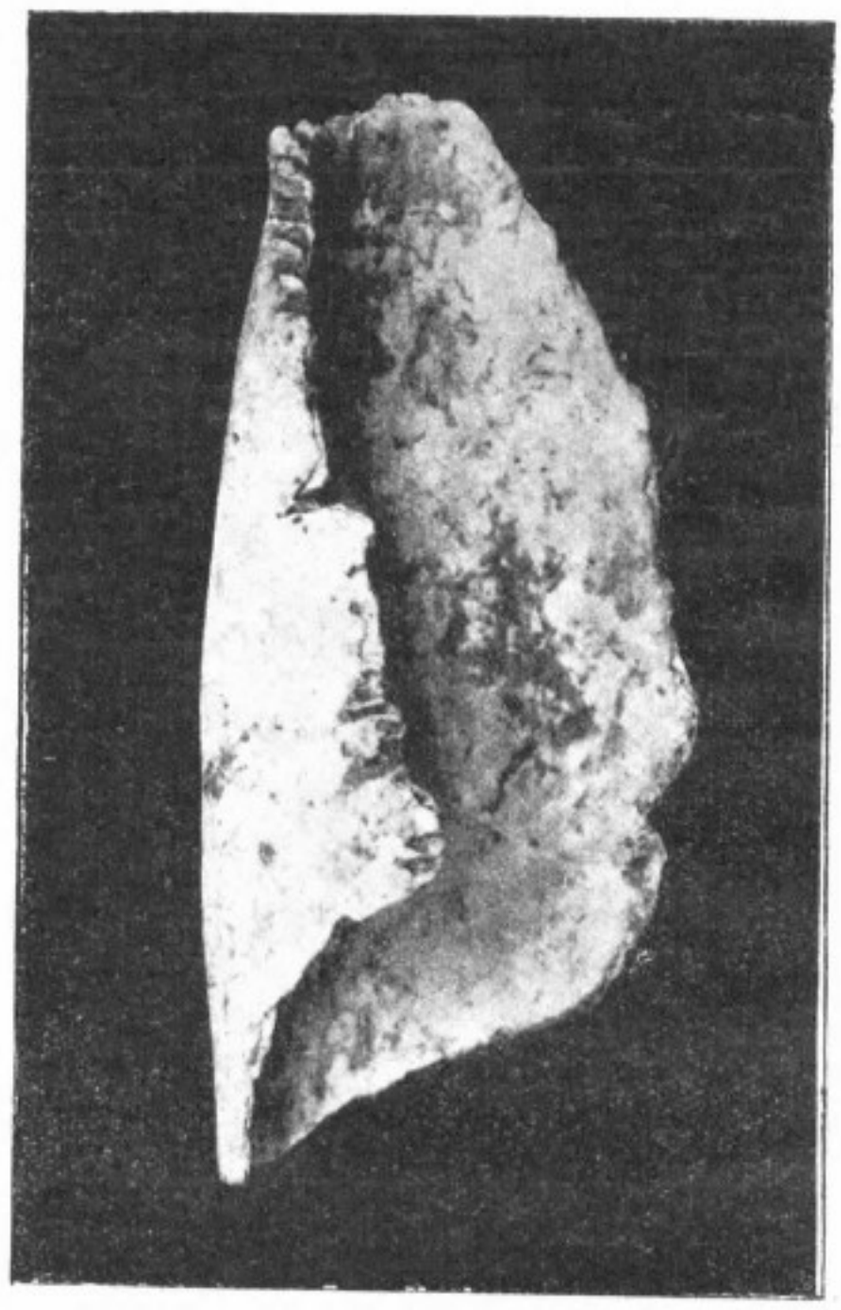


Fig. 9. — Enroulement de l'os (crâne).

Souvent, quand la 8e phase commence, la contraction s'opère, mais l'os ne se déforme pas, et la 9e phase ne se produit pas, il n'y a ni fissurage, ni torsion. Ces deux phénomènes si curieux s'observent surtout lorsque le chauffage est lent, et par conséquent très prolongé, même plusieurs jours. Par exemple, dans une incinération en masse, dans un incendie en lieu clos, le feu peut *couver* quelques jours en développant une température constante de 800 à 900°, les éléments minéraux de l'os se combineront et la vitrification commencera après que toutes les phases précédentes se seront développées normalement.

Dans les fours crématoires, les choses se passent différemment : généralement, le corps à incinérer est introduit dans la chambre d'incinération lorsque celle-ci est déjà portée à une température de 100° environ, et en 1 h. 30 au plus, elle atteint 800° ; les os tombent alors en poussière, ordinairement mélangée d'esquilles. La rapidité avec laquelle on opère, supprime la 10e phase, celle de la vitrification, parce qu'elle ne permet pas aux éléments minéraux de se

combiner : la vitrification étant fonction non seulement de la température, mais aussi du temps de chauffage.

Lorsque, dans une incinération, se produit la 10e phase, les éléments minéraux de l'os se

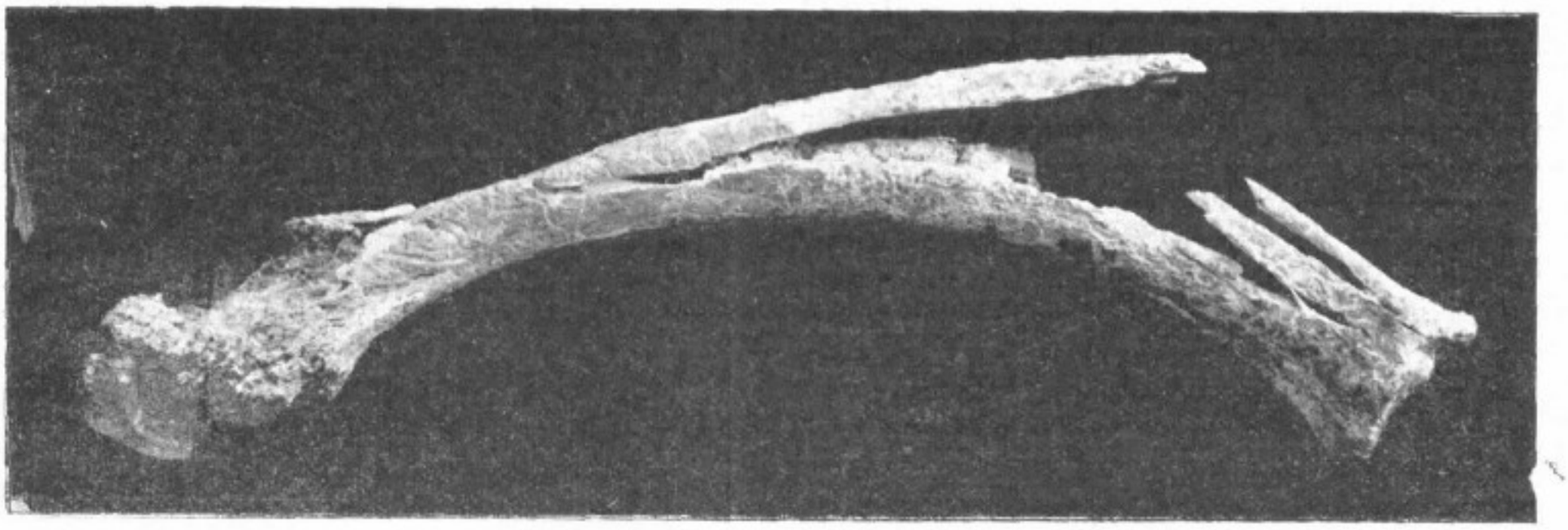


Fig. 10. — Dégradation de l'os.

combinent, mais cette combinaison a commencé en réalité dès la 8e phase, dès le début de la contraction. La température augmentant, la combinaison se poursuit jusqu'à un point situé

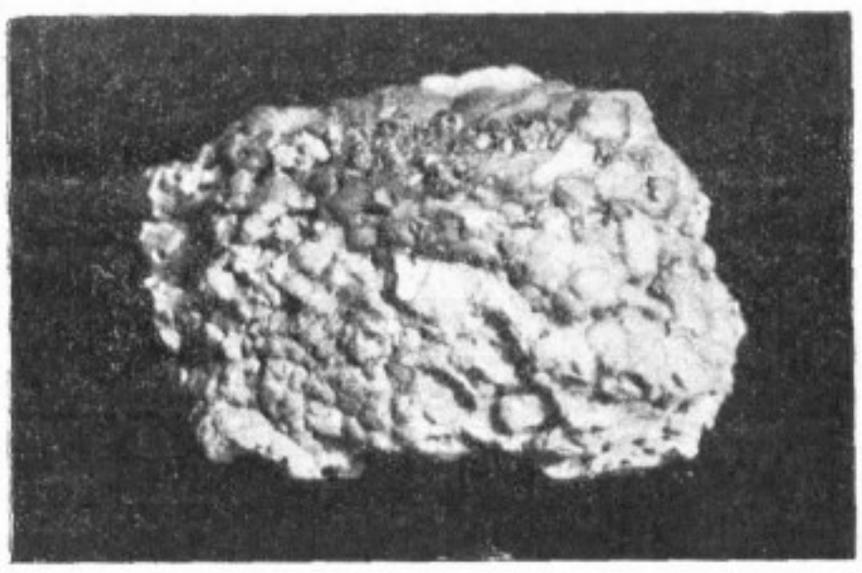


Fig. 11. — Phosphorite mamelonnée.

vers 900°. Admettons que cette température soit atteinte lentement, en 12 ou 14 heures : le tissu osseux possèdera alors une cassure vitreuse et aura l'aspect de la porcelaine, mais, quoique très dur, il sera alors très fragile, il pourra même se briser spontanément tel qu'un verre *non recuit*.

C'est ainsi qu'ayant cuit un fémur à 900° (la cassure présentait l'aspect de la porcelaine), je le fixai dans une vitrine, à l'abri des chocs et je puis suivre pendant 10 mois, sa désagrégation lente : il se fissura d'abord peu à peu dans le sens de la longueur, puis d'autres fissures plus petites apparurent, s'anastomosant entre elles. Enfin des fragments plus ou moins importants se détachèrent, se résolvant eux-mêmes en esquilles, et celles-ci en poussières.

Par contre, la vitrification étant réalisée, l'os est maintenu pendant plusieurs jours dans le foyer chaud, il se produit le phénomène connu du *recuit*, et il sera protégé contre la rupture spontanée.

La 11e phase est le dernier terme de la transformation osseuse, celle où la combinaison des éléments minéraux étant complète, l'os entre en fusion et la liquéfaction s'opère (fig. 14 A). On obtient un émail blanc, très opaque, comme le sont tous les verres riches en phosphate de chaux.

Cet émail se présente le plus souvent sous la forme d'une masse mamelonnée identique à certaines variétés de Phosphate de chaux naturel, particulièrement à cette variété de Phosphorite, désignée quelquefois sous le nom d'Os téolite (fig. 11, 12, 13, 14).

Mais cette forme mamelonnée que prend l'émail au moment où le tissu osseux entre en fusion, disparaît lorsque la liquéfaction est complète et que l'émail devient translucide.

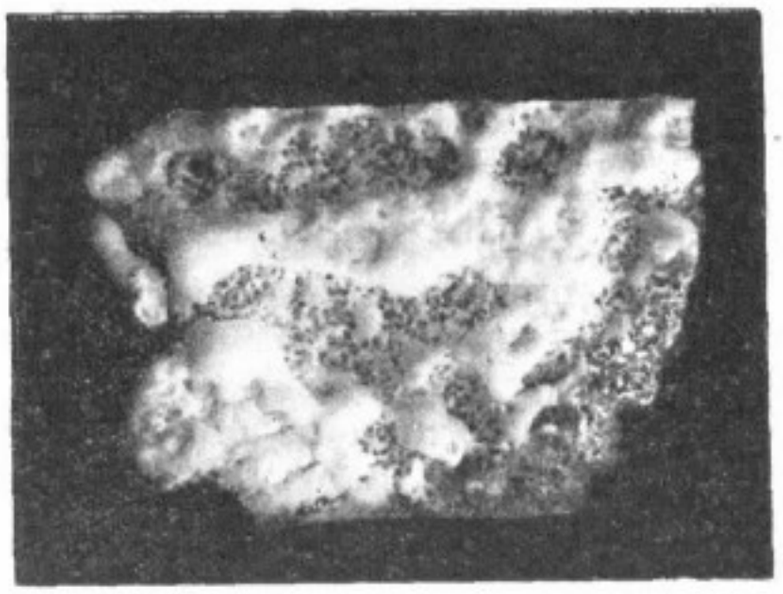


Fig. 12. — Crâne de femme montrant la structure mamelonnée après fusion.

Les phénomènes de fusion sont particulièrement nets et faciles à observer si on dirige sur

un os le dard de la flamme oxyacétylénique, parce que en une minute la fusion s'opère et la forme mamelonnée se réalise instantanément.

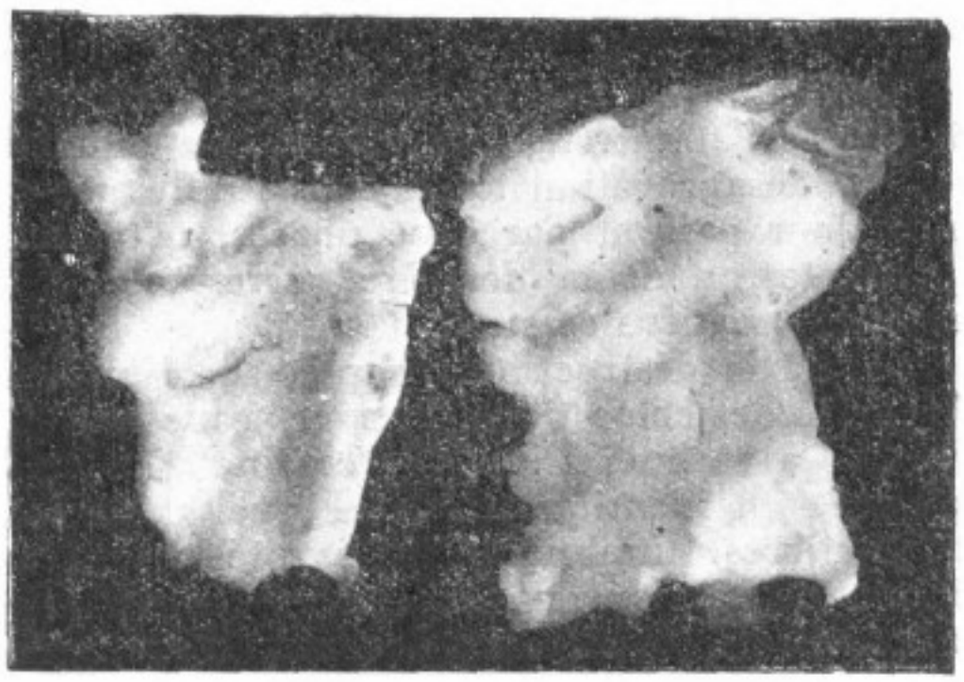


Fig. 13. — Crâne de mouton montrant la structure mamelonnée après fusion.

Pour une expérience de cet ordre, il est préférable de prendre un os sec, ou, tout au moins, débarrassé de ses matières grasses, car sur un

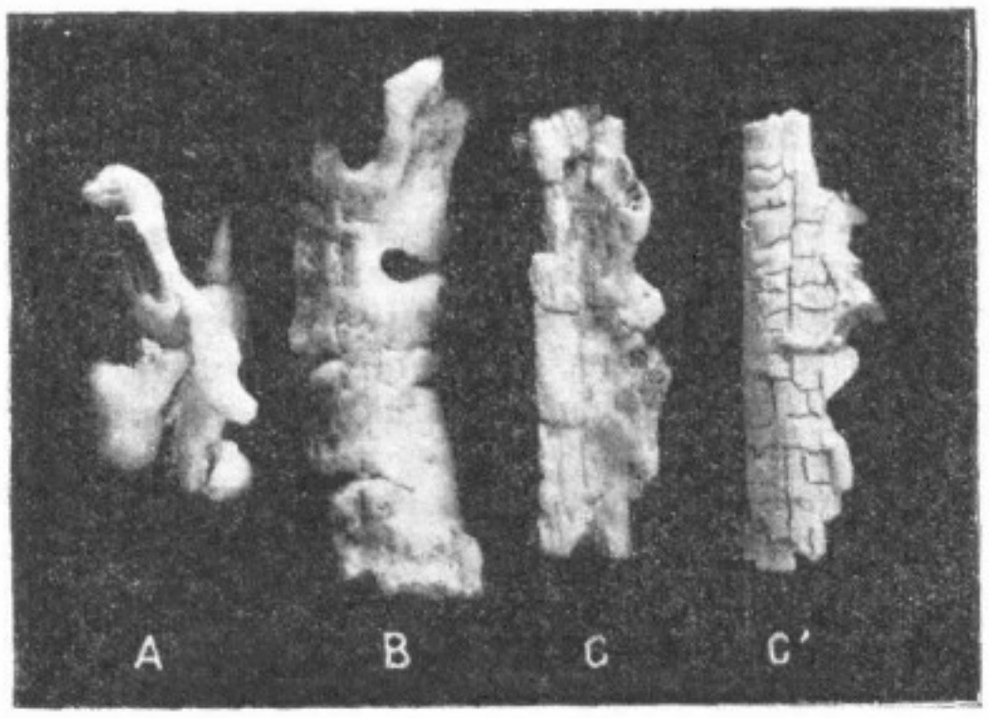


Fig. 14. — Fusion des os. — A, os complètement fondu ; BC, en voie de fusion ; C', fissurage de la partie sous-jacente de C et qui n'a pas encore été atteinte par la flamme.

os frais la fusion est plus longue, parce que ces matières doivent d'abord être détruites ; en outre elles passent très rapidement à l'état de charbon dont les particules se trouvent enveloppées dans la matière vitrifiée et brûlent alors difficilement et même incomplètement.

Lorsque l'os entre en fusion, il donne naissance, comme je l'ai dit, à un émail blanc, mais il ne paraît pas pouvoir passer ensuite à l'état transparent en raison de la haute teneur en composés calciques : phosphate, carbonate, fluorure.

Conclusion.

Os bleu-de-ciel et verts. — Nous devons à Guy de La Brosse la première mention, en 1628, de l'ivoire bleu-ciel qui paraît avoir été connu longtemps auparavant. Au XVIII^e^ siècle, nombreux furent les auteurs qui s'occupèrent de cette question, persuadés, qu'ils étaient alors, que l'ivoire bleu n'était autre chose que la turquoise, comme l'avait cru Guy de La Brosse.

Jusqu'en 1807, la couleur bleue où verte de l'ivoire et des os fut attribuée à la présence du cuivre, mais cette même année, le chimiste Bouillon-Lagrange établit par l'analyse que ces colorations étaient dues en réalité au *phosphate de fer*.

Jusqu'au XIX^e^ siècle, il fut admis, en général, que les os se coloraient en bleu spontanément dans le sol, et que l'ivoire bleu constituait une espèce minérale particulière à laquelle Fischer avait, en 1818, donné le nom d'*Odontolithe*. Quant à la couleur verte, elle provenait d'une décomposition lente du bleu.

Ces conceptions de la formation du bleu et du vert étaient erronées.

Mes recherches m'ont conduit à la certitude 1° que le bleu ne se formait pas spontanément dans le sol, mais qu'une action thermique était indispensable pour faire apparaître la couleur dès que l'osséine était détruite, et seulement sur les os qui avaient été longtemps en contact avec un sol calcaire humide ou avec l'acide carbonique dissous dans les eaux ; 2° que le bleu ne se décomposait pas à l'air pour former du vert ; 3° que cette dernière couleur était due à la variété verte du phosphate de fer et non pas à un mélange de bleu et de peroxyde jaune de fer comme je l'avais pensé jadis. Les phosphates de fer bleus et verts sont, du reste, connus depuis longtemps ; 4° que le bleu n'était pas dû à la *Vivianite* qui se décompose à basse température en devenant brune, alors que le bleu des os reste fixe à une température élevée, voisine de 1000°, nous serions en présence, semble-t-il, d'un phosphate double de fer et de chaux ; 5° que les os peuvent, dans certains terrains, être colorés par la *Vivianite*, mais celle-ci s'est formée indépendamment de l'os et n'a fait que se déposer à la surface et plus rarement pénétrer dans le tissu osseux.

Os bleu-indigo, bleus gris et noirs. — Ces trois couleurs qui se forment dans l'os, spontanément dans le sol, sont dues, non pas à la présence de charbon, provenant d'une soi-disant carbonisation spontanée de l'osséine, ce qui ne peut se produire en aucun cas, comme mes expériences me l'ont prouvé, mais à la formation d'humate et d'humophosphate de chaux dans les sols calcaires humifères, les seuls où se rencon-

trent les os bleus gris, bleus indigo et noirs, tons qui représentent les trois stades d'un même phénomène : la dispersion dans le tissu osseux, et à un état de division extrême, de cette matière colloïdale, dite *matière noire*, qui se rencontre dans les sols humifères et que J. Dumont a défini, à la suite de ses expériences, comme étant un mélange d'humate et d'humophosphate de chaux (1).

Brun. — Les os se colorent en brun, seulement dans les sols humides calcaires, contenant de l'humus, celui-ci se trouvant toujours à l'état d'humate de chaux. La coloration s'opère par imprégnation du tissu osseux.

Les matières organiques (osséine et matières grasses), des os ne se transforment pas en humus, car celui-ci ne résulte que des actions microbiennes, en sol humide, sur les tissus *végétaux* morts.

Os verts. — Lorsqu'on fait bouillir un corps dans une saumure saline (au chlorure de sodium), ou acide et dans un récipient en cuivre, comme nous en avons vu un très remarquable exemple dans le bouillage des Rois de Navarre, les chairs se détachent d'elles-mêmes des os après avoir bouilli pendant quelques heures, sauf, parfois dans certaines parties où elles restent quelque peu adhérentes (muscles et tendons). Si, après le bouillage, on laisse macérer les os dans le liquide (cinq à dix jours environ), ils se saturent du sel de cuivre provenant de l'attaque du récipient par la saumure et se colorent en vert ou en bleu avec des taches brunes ; toutefois, certaines zones ne sont pas colorées.

L'absence de coloration s'observe seulement là où la chair est restée adhérente. Quant aux différences dans les colorations vertes ou bleues, elles sont dues à la présence, dans le premier cas, ou à l'absence dans le deuxième cas, de matières grasses : plus l'os en contient, au moment de la macération, plus le vert sera foncé, allant même jusqu'au vert-noir. Si, au contraire, toutes les matières grasses ont été éliminées, l'os sera coloré en bleu clair ou en bleu-vert clair. Enfin si elles ont disparu seulement dans certaines zones, celles-ci seront bleues et les autres vertes.

Les taches brunes s'observent, particulièrement, là où il y a eu adhérence des tendons et surtout dans les os contenant encore des matières grasses.

L'émail des dents se colore très difficilement.

L'osséine n'a aucune influence sur la coloration.

Quant aux muscles et aux tendons, ils se saturent comme les os, mais beaucoup plus rapidement, de sels de cuivre. Après dessiccation à l'air, ils durcissent et deviennent imputrescibles.

Incinération. — Mes recherches sur l'incinération des os montrent que ceux-ci, au moment de leur désagrégation totale sous l'influence de la chaleur passent par onze phases, nettement apparentes, dont la dernière correspond à la fusion de matière osseuse.

Jusqu'à la destruction complète de l'osséine, l'os subit des colorations diverses, à mesure que s'opère la carbonisation de l'osséine. Ces colorations sont identiques à celles que produisent les matières humiques, par imprégnation du tissu osseux, mais, dans ce dernier cas, les colorations se succèdent dans l'ordre suivant : gris, bleu et noir, tandis que dans l'incinération elles s'effectuent dans l'ordre inverse : noir, bleu et gris, ce qui, du reste, est logique.

Lorsque l'osséine est détruite, commencent, sous l'influence de la chaleur, les phénomènes mécaniques : contraction, torsion, enroulement, fissurage, qui aboutiront à la désagrégation totale de l'os, à moins qu'on en effectue la vitrification.

Dans cette étude, qui présente encore beaucoup de lacunes, car elle laisse bien des problèmes à résoudre, j'ai voulu montrer, principalement aux préhistoriens et aux archéologues, quelle prudence ils devaient apporter dans leurs hypothèses lorsqu'ils ont à expliquer certaines particularités, certains phénomènes qu'ils observent sur les os trouvés dans les anciennes sépultures.

La lacune la plus importante réside dans le processus de la formation du phosphate de fer et du rôle véritable joué par l'acide carbonique. En tous les cas le fluor et l'oxyde de fer que renferment *tous les os sans exception*, frais ou anciens, comme l'a démontré si magistralement Carnot, ne semblent avoir aucune influence.

Les modifications que subissent les os, dans leur composition, lorsqu'ils sont enfouis pendant longtemps, ne pourront pas être expliquées, comme je l'ai dit, tant que nous ignorerons les causes réelles des réactions qui, sans arrêt, s'effectuent dans le sol sous l'influence des actions oxydantes et réductrices liées elles-mêmes aux actions chimiques et microbiennes. Toute cette chimie, si complexe, subordonnée à la nature des sols, nous l'entrevoyons à peine. Ce que nous en savons n'est qu'une lueur au milieu des ténèbres épaisses. Autant dire que nous ne savons rien de cette Terre qui nous fait vivre, pas même ce qu'elle fait de nos os lorsque nous sommes morts.

(1) Il est possible, sinon probable, que lorsque la chimie des sols sera mieux connue, cette théorie de la formation de la matière noire soit modifiée.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

Sur le Bolide de Catalogne du 15 mai 1933. — L'apparition d'un beau bolide provoque toujours un sentiment d'admiration et de curiosité. De nombreuses observations de ces météores ont été publiées ; peu sont aussi complètes et aussi intéressantes que celle dont le savant directeur de l'Observatoire Fabra, M. J. Comas Sola, donne une relation dans les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* du 10 juillet 1933.

Ce bolide, apparu le 15 mai 1933 à 23 h. 15 m., a été visible dans toute la Catalogne. M. Comas Sola prenait alors une photographie de petites planètes en visant une autre région du ciel. Malgré la courte durée de visibilité du bolide (de 5 à 6 secondes), son intense lumière a voilé intensément la plaque.

D'après les nombreux renseignements que M. Comas Sola a reçus il peut résumer les caractéristiques du bolide de la manière suivante : Le météore fut très brillant : à 170 kilomètres de distance on pouvait lire parfaitement. D'abord il se montra blanc, puis vert, enfin rouge. Il avait une queue de filaments lumineux, et, de la tête, sortaient des jets curves de lumière qui rebroussaient vers l'arrière, en rappelant l'aspect des grandes comètes. A la fin de l'apparition, on observa comme des gouttes de feu tombant de la tête du bolide. Deux minutes environ après l'apparition du phénomène, on entendit comme le bruit d'un tonnerre lointain d'une durée de quinze secondes environ.

En profitant des observations faites sur les points d'apparition et de disparition du bolide, point dont il mesura les azimuts et hauteurs au moyen du théodolite. M. Comas Sola a calculé sur une base de 84 kilomètres de longueur, la trajectoire relative du météore. Dans la marge d'imprécision qu'il y a inévitablement dans ces observations, il a trouvé, comme hauteur du point d'apparition, 170 kilomètres et, pour point de disparition, 44 kilomètres. La verticale du premier point tombait entre Toulouse et Castres, celle du second sur la mer. La trajectoire visible fut de 280 kilomètres, avec un angle d'incidence par rapport à l'horizon de 62°. Le point de chute a dû se trouver sur la mer, à 100 kilomètres environ de Barcelone. La direction relative de la trajectoire était presque N.-S. ; son angle azimutal étant de 349°. La vitesse relative était de 50 kilomètres, et sa vitesse héliocentrique, de l'ordre de 60 km./s. Les coordonnées équatoriales de son point d'émanation furent les suivantes : α = 5 h. 41 m. ; δ = + 74°13).

Tout en ne doutant pas que la vitesse ne fût hyperbolique, M. Comas Sola a calculé des éléments paraboliques qui ont donné Ω = 54°39' ; i = 23°53' ; q = 0,931 ; v=30°40°' ; π = 203°59' ; Eu égard à la vitesse héliocentrique, l'inclinaison serait de l'ordre de 40°.

Comparant le voile produit par le bolide sur la plaque photographique avec d'autres voiles produits par la pleine lune, dans les mêmes conditions, et s'appuyant sur l'éclat stellaire de la Lune, il a déduit que l'intensité lumineuse totale du météore était de 17.000 millions de bougies, intensité en accord avec d'autres estimations. En soustrayant les deux tiers pour la queue et les projections de matière lumineuse, on trouve pour la tête environ 5.700 millions de bougies. Or si l'on admet que la surface du noyau du bolide avait la brillance du platine fondu (étalon Violle), on trouve pour le diamètre de ce noyau, supposé sphérique, 94 mètres, ce qui, dans l'hypothèse d'une masse unique en fer, représente plus de 3 millions de tonnes.

Comme il est difficile d'admettre la réalité de cette grande masse, très rare d'ailleurs parmi les météores, M. Comas Sola fait une hypothèse très ingénieuse qui donnerait d'ailleurs une explication plausible du changement de température révélé par le changement de couleur du bolide, ainsi que de son extinction en arrivant au sol : le météore, avant de pénétrer dans notre atmosphère aurait été formé par un amas de pierres en contact, réunies par la seule force gravifique, pierres qui se seraient éparpillées dans la course à travers l'atmosphère, se fondant et se volatilisant en grande partie, et perdant la presque totalité de leur mouvement relatif.

Cette hypothèse de noyaux formés par des amas de pierre pourrait expliquer bon nombre de phénomènes présentés par les météorites de diverses catégories, et même l'aspect des comètes qui seraient le résultat de concentration de corpuscules. Un bolide comme celui du 15 mai ne serait, au fond, qu'une petite comète qui se serait choquée avec la Terre.

J. B.

Electricité atmosphérique

Les coups de foudre directs sur les réseaux à haute tension (1). — On admet, aujourd'hui, que les perturbations atmosphériques, sur les lignes à haute tension, sont dues aux actions directes des coups de foudre. Diverses expériences ont permis de réunir des documents photographiques, des mesures de champs et de moments électriques, etc..., sur ces phénomènes ; mais beaucoup de grandeurs sont encore mal connues. La valeur frontale du courant de décharge est déterminée au klydonographe. Les oscillogrammes donnent la durée du courant de coup de foudre et la tension maxima. D'autres indications sont fournies sur l'intensité, par les effets calorifiques sur les isolateurs.

De ces expériences on peut déduire les indications générales suivantes : La durée d'un éclair oscille entre 1/100 et 1/5.000 de seconde, exceptionnellement de 1/10 à moins de 1/30.000. La valeur du courant, qui n'est atteinte, d'après les oscillogrammes, que 10 à 20 µs après le début de la décharge, est de l'ordre de 20.000 à 50.000 ampères, rarement 100.000 ampères.

Phénomènes accompagnant la décharge. — Supposons qu'une décharge à la terre se produise à proximité d'une ligne à haute tension sur poteaux de bois. La résistance du sol, donnons-lui une valeur moyenne de 10 ohms, créée par suite du courant de décharge, supposons 50.000 A., une chute de tension. Le trajet principal de la décharge est donc à 500.000 volts par rapport à la terre, une dérivation se produit alors vers la ligne métallique (bien que la décharge primitive ne l'ai pas atteinte) et du point de contact de cette dérivation avec le câble métallique partent deux ondes de 500.000 volts par rapport au sol, et qui se propagent à la vitesse de la lumière.

(1) *La Revue Industrielle*, de mai 1932.

Généralement, la rupture des isolateurs voisins du point de chute, n'a pas lieu. En effet, s'ils ne peuvent supporter seuls cette tension énorme, il ne faut pas oublier qu'ils sont montés en série avec des poteaux de bois, lesquels supportent 300 à 700 kilovolts par mètre. Mais quand l'onde arrive au prochain pylône métallique, ses isolateurs claquent, puisqu'ils supportent seuls la surtension. Ce n'est donc pas parce que les poteaux métalliques attirent la foudre (bien que leur taille générale les y prédisposent) que les accidents y sont plus fréquents.

Si la chute de tension est beaucoup plus grande, par exemple 5.000.000 de volts, par suite d'une augmentation de la résistance de la terre, une partie de la décharge s'écoule en détruisant le premier poteau de bois rencontré, mais le reste suffit, généralement, à faire claquer les isolateurs du premier pylône métallique. En somme, il y a intérêt à renforcer les isolateurs des supports métalliques et à diminuer, autant que faire se peut, leur résistance de terre.

Un phénomène analogue se produit lorsque la foudre frappe un paratonnerre. Si la résistance de la prise de terre est trop élevée, les parties métalliques reliées au paratonnerre, sont soumises à des fortes tensions. Il est prudent, dans ce cas, de relier, à la terre du paratonnerre, à condition qu'elle soit contrôlée, le neutre, les tubes isolants et les parasurtensions des réseaux de basse tension.

Supposons, maintenant, que la foudre tombe sur un support métallique, de 25 ohms de résistance, si l'intensité est de 20.000 A., sa tension par rapport à la terre devient 500.000 volts et, dans la plupart des cas, les isolateurs ne pouvant le supporter, on a une décharge « en retour » vers la ligne. Mais si les pylônes sont reliés par un câble de terre, celui-ci dérive une partie du courant et la surtension est beaucoup moins élevée. Jusqu'ici, nous raisonnons comme si le courant était instantané. En réalité, pendant les 10 ou 20 µs. où il atteint sa valeur maxima, par suite d'une action mutuelle entre le pylône frappé et les voisins, une partie plus importante du courant se dirige vers le poteau le plus proche. Ces résultats théoriques sont confirmés par l'étude des oscillogrammes.

La présence d'un câble de terre diminue la proportion des accidents, mais ne saurait les empêcher tous. Le calcul et l'expérience montrent que ce sont les isolateurs inférieurs qui ont le plus de chance de claquer. Ceci se conçoit qualitativement. En effet, la distance au câble de terre (qui est à la tension du pylône) est maxima pour le conducteur inférieur, d'après la répartition des isopotentiels la surtension appliquée à l'isolateur inférieur est donc certainement plus élevée que pour les autres. Ce résultat est susceptible de modifications par suite de la superposition du champ tournant propre à la ligne, au champ créé par le câble de terre. En résumé, ce conducteur agit : 1° En dérivant une partie du courant de décharge ; 2° En jouant le rôle d'écran électrique par rapport aux câbles, c'est-à-dire, en créant un champ qui réduit la différence de potentiel entre le support et la ligne. Il est rare que le claquage se produise sur plus d'une phase au point de chute, le conducteur relié au pylône, par la destruction de son isolateur jouant alors le rôle d'un nouvel écran. L'installation de câbles de terre a moins d'utilité si le réseau est à neutre isolé, le claquage d'une phase, n'entraînant pas fatalement le déclenchement de la ligne, c'est le contraire, si le neutre est à la terre, comme c'est le cas général aux Etats-Unis.

Depuis plusieurs années, on a voulu multiplier les parafoudres sur les lignes. Malheureusement, il n'en existe pas qui soient économiques, pratiques, et capables de dériver à la terre des courants de 10.000 à 20.000 ampères, avec une chute de tension faible.

Propagation des ondes vers les stations. — Les ondes se propagent vers les stations à la vitesse de la lumière en diminuant rapidement, sous l'influence des courants de Foucault, des pertes ohmiques vers le sol, et surtout de l'effet couronne. Il est intéressant de rechercher quelle est la zone dangereuse autour des stations, c'est-à-dire, la zone où, si la foudre tombe, il peut en résulter un accident à la station. Trois facteurs modifient le rayon de cette zone : 1° L'amortissement ; 2° La ramification de l'onde mobile, dans les lignes rencontrées, en tenant compte de la réflexion qui double sa valeur dans les stations tête de ligne ; 3° La valeur de l'isolement de la ligne par rapport à celui de la station, si celle-ci est aussi bien ou mieux isolée, la zone dangereuse devient évidemment nulle.

Dans les lignes à haute tension, il est inutile de procéder à cette égalisation des isolateurs, l'effet couronne réduisant la zone dangereuse à peu de chose. Au contraire, dans les lignes à moyenne tension, l'amortissement est faible ; mais installer des isolateurs égaux, ou doubles dans les têtes de ligne, est trop coûteux. A l'intérieur d'une station il n'y a pas besoin, en effet, de tenir compte de la résistance mécanique aux intempéries pour les isolateurs, et au lieu de faire cette dépense en vue d'un problématique coup de foudre, il est plus simple d'installer un réducteur de tension.

Ch. F.

Chimie

Sur l'existence de l'élément 87. — L'élément qui porte le numéro 87 dans la classification de Mendeleeff a fait l'objet de nombreuses recherches que M. Paul-Remy Genneté analyse dans un mémoire du « Bulletin de la Société chimique de France » (1er février 1933). C'est un des rares éléments qui n'a pas encore été isolé et qui occupe, par suite, une place vide dans le tableau périodique. Mais, d'après la place qu'il occupe dans ce tableau, on peut prévoir, d'une part, qu'il se range parmi les métaux alcalins (d'où le nom provisoire d'ékacæsium qui lui a été attribué), et d'autre part, que par son voisinage et sa masse atomique (220 environ), il doit être radioactif.

Pour déceler l'ékacæsium, un certain nombre de procédés connus ont été mis en œuvre ; en outre, une nouvelle méthode, la méthode magnéto-optique d'Allison et Murphy, aurait, d'après ses auteurs, permis de conclure de façon sûre à l'existence de l'élément, baptisé par les auteurs du nom de Virginium.

La détermination de la masse atomique du cæsium supposé souillé d'ékacæsium n'a fourni aucun résultat, ce qui n'est pas surprenant, car la méthode est très peu sensible et ne saurait permettre de déceler une quantité d'ékacæsium inférieure à 0.1 mg.

Les résultats fournis par l'analyse spectrale ont été également négatifs, ou tout au moins douteux, ce qui peut tenir à ce que les raies ultimes de l'élément se trouvent vraisemblablement dans l'infra-rouge, c'est-à-dire, dans une région dont l'exploration est difficile.

Bien que l'analyse spectrale, par les rayons X, soit plus sensible, elle n'a pas donné de résultats beaucoup plus concluants. Il en est de même des analyses fondées sur

la spectrographie de masse par les rayons positifs et sur des mesures de radioactivité.

La méthode magnéto-optique, mise en œuvre par Allison et Murphy, est une application des recherches de Beams et Allison sur la polarisation rotatoire magnétique (effet Faraday). Sous l'influence d'un champ magnétique suffisamment intense, toute substance acquiert un certain pouvoir rotatoire et peut être caractérisée à ce point de vue par un coefficient appelé constante de Verdet. On a admis pendant longtemps que le phénomène était instantané, c'est-à-dire que la rotation du plan de polarisation se produisait sans aucun retard dès l'application du champ magnétique. Beams et Allison ont établi l'existence d'un retard, et s'ils n'ont pu le mesurer en valeur absolue, ils ont du moins mis au point une méthode permettant d'évaluer le retard relatif, par rapport à un liquide étalon, le sulfure de carbone. Le dispositif qu'ils ont imaginé permettrait d'apprécier des retards de l'ordre de 2.10^{-10} secondes (2 dixmilliardièmes de seconde). La méthode revient à observer un minimum de lumière entre nicols croisés. Ce retard est indépendant de la température, mais il dépend de la longueur d'onde et, dans le cas des composés minéraux, il varie en raison inverse de l'équivalent chimique du cation. Ainsi trouve-t-on des minima différents quand le cation possède plusieurs valences ou quand il est constitué par le mélange de plusieurs isotopes.

Par cette méthode, Allison et ses collaborateurs ont vérifié l'existence d'isotopes connus et trouvé des isotopes à des éléments considérés jusqu'à présent comme simples. Ils ont également signalé l'existence de deux éléments nouveaux : l'élément 85 ou ékaiode qu'ils proposent d'appeler *alabame* et l'élément 87 ou *virginium*. Ce dernier existerait dans le pollux, le lépidolithe, la samarskite et encore dans quelques autres substances. Ses minima seraient très nets et ne pourraient être confondus avec d'autres. Le virginium aurait 6 minima, donc 6 isotopes.

Cependant, la méthode magnéto-optique ne semble pas encore parfaitement au point et bien des particularités que présente son application doivent être précisées. Aussi ne peut-on que souscrire entièrement aux conclusions de M. Genneté : « Bien que l'étude des spectres X (et peut-être la méthode aux rayons positifs) semble avoir décelé l'existence de l'élément 87 que la plupart des méthodes classiques n'ont pu mettre en évidence, il y a lieu d'attendre encore confirmation des expériences pour conclure définitivement. En tous cas, si l'ékacæsium existe, il est très rare, tout au moins dans les sources considérées jusqu'à présent ».

A. Be.

Biochimie

La chimie des aliments. — A la Society of Chemical Industry, section de Montreal, le Dr D. L. Thomson, a exposé, sur la chimie des aliments, quelques considérations que nous résumerons ici dans leurs plus grandes lignes.

La biochimie moderne, a-t-il rappelé, date de l'époque où Lavoisier a assimilé le corps animal à une machine de combustion qui tirerait son énergie de l'oxydation des aliments. Parmi les trois principales classes de substances oxydables, carbohydrates, graisses, protéines, les protéines se distinguent par l'azote qui entre dans leur constitution. Cet azote, non éliminable directement par le corps, ne saurait être transformé en nitrates par oxydation. La digestion l'extrait des produits protéiques sous forme d'ammoniaque, de haute toxicité, et rapidement transformable en une substance inoffensive telle que l'urée.

L'aliment n'est pas seulement un combustible, en sorte qu'un régime donné, approprié du point de vue teneur d'énergie, peut, à d'autres égards, se trouver défectueux. A la différence de ce qui se passe avec la machine, le corps peut se réparer, pourvu que les substances ingérées soient utilisables. Heureusement d'ailleurs, toutes les substances chimiques du corps ne doivent pas obligatoirement figurer dans le régime, et beaucoup d'entre elles sont synthétisables, à la seule condition que leurs composants soient présents. Certaines substances, cependant, tout en jouant dans l'économie animale un rôle essentiel, sont rebelles à la synthèse à partir des ressources offertes ordinairement par les aliments. Parmi ces dernières, Thomson a signalé notamment le groupe des vitamines.

Thomson fournit quelques indications sur la chimie des vitamines, qui a considérablement progressé au cours de ces dernières années. La vitamine A, préparée à partir des foies de poisson dans un état approximatif de pureté, serait un dérivé du carotène, pigment rouge de la carotte. La vitamine B est un complexe de plusieurs substances solubles dans l'eau, dont l'importance pour le bon fonctionnement de l'organisme, n'est pas encore fixée et dont la mieux connue, qui prévient le béri-béri, a été obtenue pratiquement pure. On a encore isolé la vitamine C, qui prévient le scorbut, ainsi que la vitamine D, qui prévient le rachitisme et se trouve formée naturellement dans l'huile de foie de morue. S. V.

Médecine

Le diagnostic biologique de la grossesse. — *Nunquam magis periclitatur...*, le vieil adage latin perdrait-il de sa valeur séculaire et les progrès récents de l'endocrinologie mettent-ils à notre disposition un moyen de diagnostic précoce et sûr de la grossesse, au point que la répupation du médecin ne risque plus d'être compromise ? Il semble bien qu'à l'heure actuelle on soit très près de la solution d'un problème épineux dont l'importance ne peut échapper. Qu'il s'agisse d'un diagnostic positif, qu'il s'agisse, dans les cas où une intervention peut être indiquée, d'un diagnostic différentiel, de toutes façons, avoir en mains un test capable de donner une certitude, représente un considérable progrès. Les renseignements que fournit l'examen direct sont, en effet, trop souvent assez pauvres pour résoudre la question.

Aussi, depuis les travaux d'Abderhalden, s'était-on attaché à ce problème mais les résultats obtenus étaient trop imprécis, trop inconstants, pour que les diverses réactions proposées aient mérité d'être retenues.

Mais, ces dernières années, la connaissance de l'endocrinologie a fait de grands progrès et les réactions hormonales si complexes qui relient l'hypophyse et les glandes génitales ont pu être analysées, dissociées, mesurées avec assez de précision et de certitude pour permettre d'édifier une méthode de diagnostic biologique dont la mise en expérimentation, déjà longuement éprouvée, donne pleine satisfaction.

Cette méthode, qui dérive des travaux d'Ascheim et Zondeck, met à profit l'existence dans l'urine de la femme enceinte d'une hormone préhypophysaire spéciale à la grossesse et que l'on décèle biologiquement : l'injection d'urine à de jeunes animaux impubères, des souris en l'espèce, provoque très rapidement, en quelques jours, un développement marqué de tout le tractus génital.

Chez les femelles, il y a ovulation avec hémorragies ovariennes (méthode d'Aschcim-Zondeck), chez les mâles il y a augmentation du poids et du volume des testicules st surtout des vésicules séminales (méthode de Brouha-Simonet). La constatation des résultats est facile : l'urine est injectée quotidiennement pendant trois à dix jours et sur les animaux sacrifiés au bout de ce temps, les modifications des organes génitaux ne peuvent passer inaperçues.

Les résultats obtenus sont particulièrement brillants, approchant presque la certitude absolue. Ils sont manifestes dès les premières périodes de la grossesse : l'hormone antéhypophysaire apparaît sitôt la formation de l'œuf et disparaît à l'accouchement.

Brouha et Friedmann, pour faciliter la lecture des résultats, s'adressent non plus à de petits animaux mais à des lapins ; dans ces conditions l'examen macroscopique est beaucoup plus aisé et il n'est pas besoin de coupes histologiques pour confirmer les résultats. La réaction est aussi fidèle qu'avec les techniques précédentes.

Tout récemment, (*Presse Médicale*, 3 mai 1933), MM. Brindeau, H. et M. Hinglais ont étudié et proposé un perfectionnement des plus intéressant. Estimant que le taux hormonal dans l'urine reste soumis à des facteurs d'excrétion dont tous les éléments ne peuvent nous être connus et qui risquent, par conséquent, d'entraîner des causes d'erreur si minimes soient-elles, ces auteurs se sont adressés au sérum sanguin et se sont rendu compte que la concentration hormonale était dans le sang remarquablement constante au cours du temps, beaucoup plus que dans l'urine, les deux taux pouvant d'ailleurs présenter entre eux des rapports différents selon les cas.

Ils opèrent sur la lapine dans les conditions ordinaires et la mise au point du procédé leur a permis de se rendre compte que l'étude systématique du titrage de l'hormone gonadotrope conduisait à un diagnostic non seulement qualitatif, mais en quelque sorte quantitatif de la grossesse.

En effet, les différents taux trouvés s'échelonnent en trois zones distinctes : une, de faibles valeurs, correspondant aux cas de fœtus mort, certain ou probable; une autre, de valeurs moyennes, en rapport avec une grossesse biologiquement normale ; une autre enfin, comprenant uniquement des chiffres très élevés et qui est la zone de la môle hydatiforme.

Ainsi, grâce à cette méthode, dont l'application demeure extrêmement simple peut-on, dans le minimum de temps, non seulement dire s'il y a ou non grossesse, mais encore préciser si l'œuf est mort et surtout faire le diagnostic de la dégénérescence molaire On saisit aisément l'intérêt pratique de tels résultats.

Dr Didiée.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie civil

Chemins de fer aériens. — Particularités. — Le système de transport par câbles aériens, quoique ne datant que d'un siècle tout au plus, a pris une extension énorme dans tous les pays et pour les matières les plus diverses. Depuis quelques années on l'applique même couramment au transport des personnes pour atteindre les sommets élevés réputés jadis inaccessibles.

Tant il est vrai que ce mode est bien le plus souple, le plus facile à construire et, dans bien des cas, le moins coûteux ; il permet, en outre, de se jouer des obstacles que ceux-ci soient vallées, fleuves ou voies ferrées et se prête, à peu près sans limite, à toutes sortes de profils.

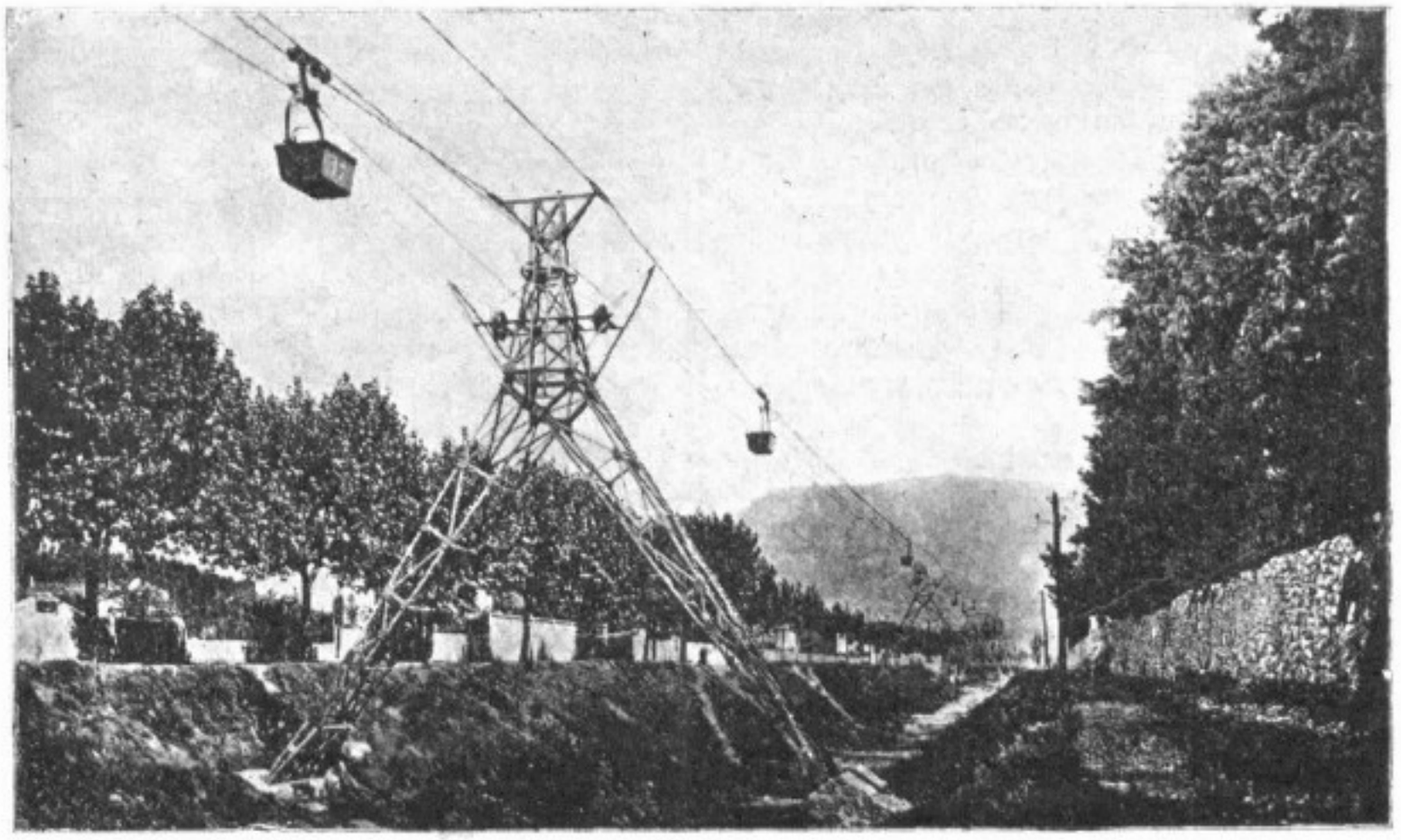


Fig. 1. — Port de Toulon.
Entreprise de deux bassins de radoub. Câble transporteur. Pylône sur rivière. Cent tonnes à l'heure.

Dans d'innombrables cas on arrive, avec les câbles aériens, à des résultats économiques impossibles autrement.

Nous donnons (fig. 1), un exemple tout à fait particulier réalisé à Toulon. Il s'agissait de relier le port où l'on construisait des bassins de radoub demandant un cube énorme de matériaux, aux carrières de pierres situées à près de 5 kilomètres de distance, complètement à l'opposé de la ville. La question fut heureusement résolue par un chemin de fer aérien (système bi-câble) empruntant le lit d'une rivière, exigeant des pylônes d'un genre tout spécial, mais traversant ainsi sans encombre tout le faubourg ouest de la ville.

V. C.

Génie maritime

La situation du matériel de la pêche maritime en France. — D'une façon générale, le matériel flottant de l'industrie de la pêche est en pleine voie d'évolution, dans tous les pays maritimes. L'emploi du moteur à combustion, ainsi que de l'appareillage électrique, d'autre part, la nécessité d'accroître les tonnages en vue d'étendre suffisamment le champ d'action des navires, avec la nécessité corrélative d'installer à bord un matériel frigorifique permettant de traiter immédiatement le produit de la pêche, ont abouti à transformer profondément la conception habituelle des chalutiers de la moyenne et de la grande pêche. En France, au cours des dernières années, il a été mis en service un certain nombre de bâtiments de type très perfectionné. Ce furent, notamment, plusieurs chalutiers de grande pêche, tels que les quatre unités de la « Morue française » du type *Saint-Martin-Legasse*, qui ont été décrits dans une note parue dans la *Revue* du 11 avril 1931.

Malheureusement, ce début plein de promesses pour le développement de notre industrie a été suivi d'un temps d'arrêt, d'autant plus inquiétant que le vieillissement rapide de la flotte de pêche, qui en est la conséquence, maintient dans une incertitude grandissante les destinées de l'armement intéressé. Cette situation a été particulièrement mise en lumière par les résultats d'une enquête, entreprise au cours de 1932 pour la Chambre syndicale des Constructions navales; cette industrie, en effet, se trouve elle-même très directement touchée dans la circonstance, et cela d'autant plus que la plupart des constructions nouvelles ont été confiées à des chantiers étrangers, qui pratiquant des prix sensiblement inférieurs à ceux de nos entreprises.

L'enquête en question a été effectuée par M. Mariani, ingénieur au Bureau Veritas. Le *Bulletin technique* de cette institution a publié, dans son fascicule d'octobre dernier, un résumé du rapport, très substantiel, qui a été présenté à la Chambre syndicale.

L'auteur du rapport s'est efforcé d'examiner de très près les desiderata des armateurs de chacun des ports de pêche, afin de pouvoir arrêter les bases de l'étude technique de quelques types de navires susceptibles d'y répondre au mieux. Il faut bien considérer, en effet, que la possibilité d'abaisser le prix de revient pour les chantiers de construction, afin de réduire la concurrence étrangère, est liée à la nécessité de réaliser un petit nombre de types bien étudiés, car actuellement les multiplicités des types de chalutiers, envisagée par rapport au nombre des commandes, constitue précisément l'un des facteurs essentiels de la cherté des prix de construction.

En ce qui concerne la petite pêche, côtière et plus particulièrement encore hauturière, le rapport de M. Mariani fait ressortir l'état d'esprit, très pessimiste, des armateurs en général. La décroissance toujours plus sensible de la quantité de poisson « mise à terre », en particulier le merlu, rend sans cesse plus urgente la nécessité de trouver de nouveaux fonds de pêche plus éloignés. Cette situation rend difficile la fixation *a priori* des caractéristiques des types de navire à adopter, en vue de réaliser la conciliation des exigences opposées d'un tonnage aussi réduit que possible et, d'autre part, d'une capacité suffisante pour embarquer les approvisionnements indispensables, ainsi que de dimensions permettant de tenir convenablement la haute mer.

Les renseignements de l'enquête fournissent, d'autre part, des indications très utiles sur certaines dispositions de la coque ou des appareils, susceptibles de convenir aux divers genres de pêche. Il est à remarquer que, de plusieurs côtés, des hésitations se manifestent quant à l'adoption d'appareils nouveaux; cet état d'esprit s'explique principalement, (c'est le cas, en particulier, pour l'armement de Boulogne, par le fait de l'augmentation considérable du nombre des bâtiments armés à la pêche, qui a accru la difficulté du recrutement des équipages et notamment des mécaniciens.

Dans la grande pêche, d'autre part, il n'est pas non plus facile de concilier les vues très diverses qui ont cours parmi les propriétaires de navires. Pour les uns, le moteur Diesel est à proscrire sans appel; toujours pour des raisons de main-d'œuvre, la machine à vapeur doit être seule adaptée, et encore en l'affranchissant de tous les perfectionnements qui en compliquent la conduite. Un groupe plus audacieux accorde au contraire ses préférences à l'outillage le plus récent : moteur Diesel avec appareillage auxiliaire entièrement électrique, c'est la conception des chalutiers *Saint-Martin-Legasse* et *Heureux*. Les autres armateurs sont sollicités entre ces deux tendances extrêmes; des questions essentielles, comme celle de la conduite du treuil de chalut, ne paraissent pas encore à tous pleinement résolues.

On conçoit, dans un pareil moment d'incertitude et même, pourrait-on dire, de désarroi, l'utilité d'une enquête telle que celle qui a été entreprise, en vue de parvenir à une mise au point qui intéresse l'avenir et l'existence même de l'industrie de la pêche, en même temps que le sort de bien des chantiers de construction.

Cette initiative doit s'imposer d'autant plus à l'attention que les nouvelles unités, construites pour être en nombre extrêmement réduit, n'en présentent pas moins des conceptions très modernes et d'un intérêt technique tout particulier. On peut citer le chalutier de 38 m. 70, *Fismes*, construit en Angleterre pour des armateurs de La Rochelle, propulsé par un moteur MAN de 550 CV. et muni d'auxiliaires électriques; le treuil est mû par un dispositif à intensité constante, qui assure un réglage automatique et souple.

Le *Petit-André-Jean* est un chalutier de 26 mètres, construit également pour un armateur rochellois, à Ostende. La propulsion est assurée par un moteur semi-Diesel Balinders de 200 CV : ce type de moteur présente l'avantage d'une grande simplicité et d'une grande facilité de conduite, répondant par là aux difficultés qui proviennent plus spécialement de la pénurie ou de la qualité du personnel. Sur ce petit chalutier, le treuil est actionné par le moteur principal, par l'intermédiaire d'une courroie à tendeur : c'est là un dispositif, propre au type « chalutier d'Ostende », qui résout assez pratiquement la difficulté.

Enfin, une mention spéciale doit être faite au grand chalutier *Marcella*, construit pour une entreprise d'Arcachon par les *Chantiers de Normandie*, à Grand-Quevilly, et lancé le 28 décembre dernier.

Ce bâtiment, qui réalise un type des plus perfectionnés, est peut-être le plus grand chalutier actuellement à flot. Il mesure 66 m. 30 entre perpendiculaires et 70 mètres de longueur hors tout, pour une largeur de 10 m. 50 et un creux de 6 m.; le déplacement atteint 2 340 tonnes. Ce navire a été conçu en conformité des données de l'expérience acquise au cours de l'exploitation d'un premier chalutier de grande pêche, mis en service par le même armateur en 1928, le *Victoria*. L'appareil de propulsion est un Burmeister et Wain, construit par les Chantiers de Penhoët, développant 1 000 CV à 160 tours. La quantité de combustible embarquée correspond à une campagne de cinq à six mois. Tous les auxiliaires sont électriques; y compris le treuil de chalut (100 CV.), qui était encore à vapeur sur le *Victoria*. Enfin, le *Marcella* est équipé d'une installation frigorifique complète, réalisant la congélation à cœur du poisson, conservé ultérieurement en chambre froide à —18°. Les cales contiendront 850 tonnes de poisson salé, 100 de poisson congelé et 35 mètres cubes d'huile de foie de morue. Des appareils spéciaux permettront de traiter les déchets de poisson. (La plupart des chalutiers morutiers actuels ne sont encore équipés que pour le salage).

D'une façon générale, la rénovation des flottes de pêche se poursuit à peu près partout. Le chalutier à moteur s'est considérablement développé dans certains pays, comme au Danemark, en Belgique. En Angleterre et en Allemagne, le moteur est utilisé plutôt pour les navires de moindre tonnage; les chalutiers à vapeur continuent à dominer dans la mer du Nord. Sur plusieurs unités récentes, on a installé des machines à turbine d'échappement Bauer Wach, ou encore des machines Christiansen Meyer (double compound).

LOUIS BASSO.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 10 juillet 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Hans Lewy* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une nouvelle formule dans les équations linéaires elliptiques et une application au problème de Cauchy.**

— *R. Salem* (prés. par M. J. Hadamard). — **Sur une propriété des séries de Fourier des fonctions de carré sommable.**

— *J. Leroy* et *J. Schauder* (prés. par M. H. Villat). — **Topologie et équations fonctionnelles.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Ch. Fousianis* (prés. par M. E Borel). — **Quelques propriétés des fonctions croissantes.**

GÉOMÉTRIE. — *O. Borůvka* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur une extension des formules de Frenet dans l'espace complexe et leur image réelle.**

MÉCANIQUE. — *J.-L. Destouches* (prés. par M L. de Broglie). — **Les principes d'une mécanique générale.**

DYNAMIQUE DES FLUIDES. — *Y. Rocard* (prés. par M. H. Villat). — **Hydrodynamique et théorie cinétique des gaz.**

HYDRODYNAMIQUE. — *C. Jacob* (prés. par M. H. Villat). — **Sur quelques problèmes concernant l'écoulement des fluides parfaits compressibles.**

ASTRONOMIE COSMOGONIQUE. — *E. Belot* (prés. par M. E. Esclangon). — **L'âge de l'Univers et l'âge de la Terre.**

ASTRONOMIE. — *Comas Sola* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur l'observation d'un bolide.**

L'auteur a étudié le bolide qui fut visible, le 15 mai, à 23 h. 15 m. dans toute la Catalogne. Ses calculs l'ont conduit à admettre que son intensité lumineuse totale était de 17.000 millions de bougies décimales. En soustrayant les deux tiers pour la queue et les projections de matière lumineuse, on trouve pour la tête environ 5.700 millions de bougies. Le diamètre du noyau du bolide, supposé sphérique serait de 94 m. et pourrait représenter plus de 3 millions de tonnes.

M. C. Sola émet l'hypothèse que ce bolide était peut-être formé par un amas de pierres en contact réunies par la seule force gravifique.

SÉISMOLOGIE. — *Mme H. Labrouste* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Analyse d'ondes de Rayleigh.**

Le résultat de cette étude a conduit l'auteur à une nouvelle interprétation des ondes de Rayleigh; il permet aussi d'expliquer, par l'interférence des trains élémentaires les variations d'amplitude qu'on observe généralement dès les premières minutes de l'inscription des longues ondes par les séismographes.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *J. Gauzit* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Etude de l'ozone atmosphérique par une méthode rapide de photométrie visuelle.**

Dans une Note précédente, l'auteur a décrit un spectrophotomètre permettant d'étudier le spectre solaire à différentes distances zénithales. L'appareil présentait dans l'application certaines difficultés qui purent être tournées par la méthode indiquée. Une série de mesures de x (épaisseur traversée par les rayons solaires) obtenues avec différentes distances zénithales du Soleil donne par extrapolation, l'épaisseur de la couche d'ozone suivant la verticale. En prolongeant les mesures, lorsque le Soleil est bas sur l'horizon, la variation de x permet d'évaluer l'altitude de la couche d'ozone.

Un tableau donne les résultats obtenus.

PHYSIQUE CRISTALLINE. — *A. de Gramont.* — **Sur les différents régimes vibratoires d'un parallélipipède de quartz.**

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *H. Devaux.* — **La mouillabilité des substances insolubles et les remarquables puissances d'attraction existant à l'interface des liquides.**

La mouillabilité par l'eau pour la plupart des corps insolubles est imparfaite. La surface de séparation des liquides non miscibles est un lieu d'attraction puissante pour toutes sortes de substances. L'accumulation interfaciale, porte aussi, dans certains cas, sur des substances dissoutes dans l'un ou l'autre liquide; c'est alors un cas particulier d'adsorption. Or, elle s'exerce de la même manière sur des poussières en suspension. Il y a donc aussi une adsorption des particules massives des substances à l'interface des liquides non miscibles et cette dernière adsorption est extrêmement énergique et stable. Elle aboutit souvent à des formations solides constituant de véritables membranes.

— *P. Girard* et *G. Abadie* (prés. par M. J. Perrin). — **Composition des mouvements électriques chez les polyalcools. Mouvements des dipoles associés.**

CAPILLARITÉ. — *H. Marcelet* (prés. par M. Matignon) — **Phénomènes de capillarité observés avec les huiles d'animaux marins.**

Les recherches ont porté sur la vitesse d'imbibition du papier par les corps gras. Il a été constaté que l'oxydation ralentissait la vitesse d'ascension et abaissait le maximum d'ascension; puis, que l'élévation de ces corps gras dans le papier n'est pas influencée par leur densité, leur viscosité ou même leur constitution chimique : deux huiles de compositions totalement différentes peuvent l'élever à la même hauteur.

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *F. Prunier.* — **Sur une nouvelle expression du vecteur radiant de Poynting.**

SPECTROSCOPIE. — *Léon* et *Eugène Bloch* (prés. par M. Villard). - **Extension du spectre d'étincelle du cuivre entre 400 et 240 Å.**

FLUORESCENCE. — *R. Siksna* (transm. par M. de Broglie). — **Sur la fluorescence à raies atomiques de la vapeur d'antimoine.**

L'auteur, en étudiant la vapeur d'antimoine a mis en évidence deux nouveaux phénomènes dans sa fluorescence.

En éclairant dans les conditions indiquées la vapeur de Sb par la lumière d'une étincelle de Cd fortement condensée, on a observé dans le spectre de la fluorescence deux raies atomiques de Sb : λ 2877,9 Å (intense) et λ 2311,5 Å (plus faible). Les deux raies appartiennent à un des groupes trouvés par Terenin.

ÉLECTROCHIMIE. — *G. Kravtzoff* (prés. par M. G. Urbain), **Sur l'électrolyse des sels de cuivre des acides organiques.**

Les recherches qui ont permis à Schützenberger d'obtenir des dépôts électrolytiques particuliers, par électrolyse d'acétate de cuivre neutre à 10 p. 100, ont été reprises par l'auteur, avec d'autres sels de cuivre des acides formique, acétique, propionique, lactique, monochloracétique, trichloracétique et benzène-sulfonique. Ces recherches ont été effectuées dans différentes conditions de concentration, d'acidité et de densité de courant.

RAYONS X. — *Privault* (prés. par M. J. Perrin). — **Etudes du niveau M du fer aimanté.**

Les résultats obtenus permettent de conclure que dans les conditions des expériences, les niveaux M_3 et M_5 du fer restent fixes à 0,2 et 0,4 Ve près respectivement.

RADIOACTIVITÉ. — *Wenli Yeh* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur la radioactivité de quelques éléments de terres rares.**

Les expériences de l'auteur montrent que le lanthane n'est pas actif, contrairement aux résultats de Libby-Latimer, d'après lesquels cet élément ainsi que le néodyme seraient actifs en rayons β. Il est possible que cette forte activité, non constatée par M. Wenli Yeh, provienne de substances radioactives non séparées de leurs sels.

D'autre part, le néodyme semble montrer une très faible activité; il émettrait des rayons α dont l'intensité comparée en surface avec celle du samarium, serait 13 fois plus faible.

— *M. Valadares* (prés. par M. J. Perrin). — **Spectrographie, par diffraction cristalline des rayons γ et X de la famille du radium.**

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Prol* et *N. Goldovsky* (prés. par M. A. Cotton . — **Nouveaux procédés d'examen des métaux au point de vue de leur hétérogénéité et de leur résistance à la corrosion.**

L'un de ces procédés consiste dans l'emploi de réactifs colorés, l'autre dans la corrosion d'éprouvettes minces.

CHIMIE PHYSIQUE. — *R. Etienne* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur le déplacement de l'équilibre par variation de masse.**

CHIMIE MINÉRALE. — *Picon* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Propriétés chimiques des sulfures de zirconium.**

L'activité des réactifs sur les sulfures de zirconium diminue d'une façon générale au fur et à mesure que le composé est moins sulfuré. Par contre S^2Zr est stable dans l'acide nitrique dilué alors que S^3Zr^2 est totalement transformé en 24 heures. La solution de ferricyanure de potassium et l'acide sulfurique concentré agissent dans un sens identique!

— *Peng Chung-Ming* (prés. par M. H Le Chatelier). — **Action de l'acide borique sur les chlorures et nitrates alcalino-terreux.**

L'action de l'acide borique sur les chlorures et nitrates alcalino-terreux montre la formation de tétraborates alcalino-terreux : $4\ B^2O^3.MO$. La vapeur d'eau décompose lentement ces sels en leur enlevant de l'acide borique, de telle manière qu'en poursuivant l'expérience très longtemps, plusieurs mois, on arriverait sans doute au monoborate B^2O^3CaO.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Guaisnet-Pilaud* (prés. par M. C. Matignon). — **Sur les bétaïnes phénylméthyléthylées et phénylméthylpropylées stéréoisomères.**

— *G. Dupont* et *E. Urion* (prés. par M. Matignon). — **Sur la vraie nature d'une prétendue dihydropyrocatéchine.**

— *D. Sontag* (prés. par M. Delépine). — **Halogénation directe des alcools arylaliphatiques.**

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Ch. Dufraisse, R. Vieillefosse* et *J. Le Braz* (prés. par M. Delépine). — **Applications de l'effet antioxygène au problème de la lutte contre l'incendie. L'extinction des flammes.**

Les auteurs démontrent que ce n'est pas par formation d'hydracide ou par libération d'élément halogène que les corps halogénés éteignent les flammes.

MINÉRALOGIE. — *G. Friedel.* — **Sur un nouveau type de macles.**

Il y aurait deux et peut-être trois types de macles. Le premier, qui comprend presque toutes les macles connues, est caractérisé surtout par ceci que les deux orientations du cristal maclé ont en commun ou avec une certaine approximation, un réseau, une période à trois dimensions. On peut les appeler *macles tripériodiques*. Dans le second, les deux cristaux n'ont en commun qu'une seule rangée, une seule période linéaire.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *L. Glangeaud* et *Boutiron.* — **Sur les modifications chimiques et minéralogiques des marnes miocènes de la fontaine du Génie (Algérie) au contact d'un laccolite de granite.**

Un lambeau de roches grenues, reposant sur des marnes miocènes, est le témoin d'un laccolite intrusif dans ces marnes. Ce métamorphisme s'est produit *per descensum* et sous une épaisseur de sédiment relativement faible. Les modifications des marnes se sont produites en deux temps; au premier temps, se sont formées les cornéennes feldspathiques et pyroxéniques; au cours de la deuxième phase, des fumerolles se manifestent par la production de diopside néogène et de prehnite. Cette deuxième phase est en relation avec la phase pneumatolytique qui marque la fin de la consolidation du magma intralaccolytique.

PÉDOLOGIE. — *V. Agafonoff* et *St. Pavlovitch.* — **L'analyse dite thermique, appliquée à l'étude du sol.**

Le but à atteindre est la détermination des combinaisons chimiques réalisées dans le sol par les éléments que décèle l'analyse élémentaire. La méthode est l'analyse dite thermique à l'aide du galvanomètre différentiel double de Le Chatelier-Saladin. Elle a d'abord été appliquée à divers sols rouges. Dans les sols étudiés et dans les argiles colloïdales extraites de ces sols se trouve toujours un kaolin parfois cristallin, parfois peut-être amorphe (haloysite), mais ce kaolin se distingue du kaolin pur par le déplacement des points de départ d'eau plus ou moins avancé. On ne peut pas dire quelle quantité d'eau est liée au kaolin des sols.

GÉOLOGIE. — *F. Daguin* et *J. Lacoste* (prés. par M. Jacob). — **Sur l'extension du Crétacé dans le Prérif et le Rif méridional, et autres observations nouvelles concernant ces régions.**

Il existe, dans la région Sebou-Ouergha, une série d'écailles enracinées et plis déversés. D'une façon générale, dans le Prérif, les couvertures secondaire et tertiaire n'ont pas dû subir de grands déplacements tangentiels, mais se sont plutôt déformées en plis assez courts qui offrent fréquemment l'aspect d'écailles autochtones, chevauchantes.

— *J. Bondon* et *L. Neltner* (prés. par M. Jacob). — **Sur la série cambrienne des plateaux de Draa (Sud Marocain) et la présence du Géorgien dans cette série.**

L. Neltner avait établi antérieurement l'âge acadien ou antéacadien des formations reposant sur le socle antécambrien plissé. L'étude des fossiles découverts depuis par J. Bondon permet d'établir l'âge géorgien de la base de ces formations et leur stratigraphie, décrite dans cette Note.

— *L. Baud* (prés. par M Jacob). — **Le conglomérat argiloé calcareux dans la région de Kayes et de Bafoulab (Soudan occidental) et sa position stratigraphique.**

Conglomérat de la série des « Grès horizontaux », formé d'une pâte argileuse légèrement calcareuse, dure, dans laquelle sont incorporés des cailloux très divers, dont beaucoup sont peu roulés. Il ressemble à un conglomérat fluvio-glaciaire. Il est épais de 20 mètres en moyenne et comporte, à sa partie supérieure, un banc irrégulier de dolomie. La superficie dépasse 1.000 km². On y distingue les sous-étages suivants : 4. Grès supérieurs, 3. Jaspes et schistes, 2. Conglomérat argilo-calcareux et dolomie, 1. Quartzites et schistes micacés inférieurs.

— *E. Saurin* (prés. par M. Jacob). — **Sur l'anthracolithique et le « terrain rouge » des environs de Yunnanfou (Yunnan).**

Dans la région étudiée, on peut établir la succession suivante : substratum de micaschistes à tourmaline et de cipolins, vraisemblablement antécambriens, et de quartzites, schistes et grès arénacés, probablement cambriens par comparaison avec les dépôts analogues, fossilifères, du Yunnan oriental. Ce substratum supporte une série anthracolithique, puis vient une puissante série de « terrain rouge ».

PALÉOBOTANIQUE. — *P. Corsin* (prés. par M. Barrois). — **Découverte d'une flore dans le Dévonien inférieur du Pas-de-Calais.**

Espèces recueillies dans la carrière de Rebreuve, ouverte dans le plateau dévonien de Beugin : *Psilophyton princeps* Dawson, *Zosterophyllum* cf. *myretonianum* Lang, *Arthrostigma gracile* (Dawson) Kidston (=*Drepanophycus* Gœppert), *Tæniocrada Decheniania* (Gœppert) Kräusel et Weyland, *Tæniocrada* sp., *Hostimella* sp. et divers sporanges. La présence de *Psylophyton princeps* et de *Zosterophyllum* cf. *myretonianum* fait rapporter cette flore à la moitié supérieure de l'Eodévonien, Taunusien de Gosselet.

BOTANIQUE. — *A. Guilliermond* (prés. par M. Molliard). — **La structure des Cyanophycées.**

Le corps central de la cellule des Cyanophycées ne représenterait pas, d'après Hollande, un noyau ; il correspondrait à une région où s'accumuleraient les produits de sécrétion du protoplasme et l'on y trouverait de minuscules noyaux : les nucléosomes, eux-mêmes formés d'un épinucléosome et d'un centronucléosome. Guilliermond confirme d'abord que les corpuscules métachromatiques des Cyanophycées présentent tous les caractères que présentent ceux des Champignons (grains de volutine de A. Meyer). Il maintient que le corpuscule central, formation absolument permanente de la cellule, a la signification d'un noyau ne différant des noyaux typiques que par sa taille beaucoup plus grande et par l'absence de membrane le délimitant du cytoplasme. Les « nucléosomes » de Hollande correspondraient à une interprétation erronée de préparations obtenues par une méthode défectueuse.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Ph. Joyet-Lavergne* (prés. par M. d'Arsonval). — **Contribution à l'étude du pouvoir oxydant du chondriome.**

Chez la feuille d'*Elodea canadensis*, chez les filaments d'*Oidium lactis*, la coloration des leuco-dérivés se fait au niveau des éléments du chondriome. Le chondriome d'*Oidium lactis*, qui est le support des peroxydases dont il donne les réactions (Mangenot), ne manifeste pas, dans les conditions observées ici, un pouvoir oxydant plus élevé que celui du chondriome qui ne donne pas les réactions peroxydasiques.

GÉNÉTIQUE. — *E. Miège* (prés. par M. Blaringhem). — **Réapparition, par hybrydation spontanée, d'une espèce d'*Hordeum* (*H. intermedium* KCK).**

La cléistogamie et l'autogamie, qui sont la règle dans le genre *Hordeum*, rencontrent des exceptions, qui semblent surtout fréquentes dans l'espèce *tetrastichum* et sous certaines conditions climatériques. Dans la descendance d'hybrides naturels entre *H. tetrastichum* et *H. distichum*, apparaît une espèce nouvelle, *H. intermedium*, qui avait été obtenue déjà par fécondation artificielle de *H. vulgare pallidum* et *H. distichum pamella*.

AGRONOMIE. — *E. Blanchard* et *J. Chaussin* (prés. par M. Viala). — **Le Blé, plante à silice.**

Le Blé se montre plus riche en silice que toutes les plantes cultivées ; le Maïs absorbe faiblement la silice en pleine terre et a pu être cultivé en son absence. Le rôle de la silice et des silicates dans la plante serait celui d'une substance-tampon pouvant diminuer la quantité des acides organiques immobilisés dans la plante, et servant, au moment des migrations de l'acide phosphorique vers les organes de réserve, de substance de remplacement.

ZOOLOGIE. — *M. de Lambergue* (prés. par M. Caullery). — **Développement de l'appareil génital dans les deux formes (A et B) de *Bullinus contortus* Mich.**

Le type A possède des organes génitaux normaux, tandis que le type B est dépourvu d'appareil copulateur et à prostate réduite. Chez le type B, l'ébauche péniale, ce-

pendant présente, ne se développe pas. L'évolution de la prostate suit d'abord un cours normal. Mais cette glande n'atteint pas le stade fonctionnel. Les deux types se rencontrent parmi les descendants d'une même ponte élevés dans le même bocal. L'origine de ces deux types relève donc d'un déterminisme interne, dont l'étude est en cours.

— *P. Chabanaud* (prés. par M. Caullery). — **Atrophie de l'organe nasal nadiral chez certains Poissons Hétérosomes.**

On a étudié spécialement un Bothidé, *Zengopterus hirtus* Abild. et un Pleuronectidé, *Samaris cristatus* Gray, qui sont dépourvus totalement d'organe nasal nadiral.

L'atrophie de cet organe ne saurait être attribuée au prolongement rostral de la nageoire dorsale, puisqu'il existe chez d'autres formes où la dorsale acquiert une position encore plus avancée. Elle semble plutôt consécutive à la forte compression de la moitié aveugle de la région céphalique. La suppression de l'organe nasal nadiral s'accompagne d'une morphologie de la colonne vertébrale qui est très spéciale dans l'ensemble de la série des Poissons, Hétérosomes.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *A. Pacaud* (prés. par M. Mesnil). **Action de la lécithine et du chlorure de magnésium sur la vie et la reproduction des Cladocères.**

Dans une solution de glycocolle à 2 p. 1.000 additionnée de chlorure de calcium (2 p. 1.000), la survie moyenne des organismes étudiés (*Moina brachiata* Jur. et *Simodaphnia retula* Müll.), est de 4 à 5 jours. Ni la reproduction parthénogénétique, ni la reproduction sexuée n'ont lieu. En additionnant ce milieu de 1 millionième de lécithine, la survie moyenne passe à 9 jours; il n'y a pas encore de reproduction. En ajoutant au second milieu du chlorure de magnésium (5 pour 100.000), on constate une amélioration considérable de survie avec *Moina brachiata* (14-15 jours) et la reproduction parthénogénétique reparaît. Les résultats peuvent être améliorés en modifiant le rapport Ca/Mg.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *O. Binder* (prés. par M. Urbain). — **Sur l'absence de l'alpha-cellulose dans le bacille tuberculeux.**

On a réussi à isoler des corps microbiens un résidu soluble dans la liqueur de Schweitzer, mais nettement différent par ses propriétés de la cellulose α; celle-ci n'existe pas dans le bacille tuberculeux.

— *L. Semichon* et *M. Flanzy* (prés. par M. Viala). — **Sur les acides organiques des jus de raisins.**

Les auteurs montrent qu'il existe dans le jus de raisin des acides organiques non encore signalés : de l'acide glyoxylique et d'autres acides-aldéhydes. Ils indiquent la manière de les doser et donnent des modes de dosage plus précis pour des acides déjà reconnus (acide tartrique, acide malique).

BACTÉRIOLOGIE. — *P. Noël Bernard* et *J. Guilleron* (prés. par M. Calmette). — **Sur la lyse transmissible du vibrion cholérique.**

La transmission indéfinie de la lyse se ramène à la transmission du pouvoir activant d'un activateur diastasique normalement inclus dans les vibrions cholériques jeunes. La substance lytique peut être extraite des corps microbiens d'une culture de deux heures. Il suffit de l'introduire dans une autre culture jeune pour que la dissolution des vibrions qu'elle y provoque la régénère dans le milieu liquide, et ainsi de suite. Le phénomène présente une analogie frappante avec celui de la transmission du pouvoir protéolytique du suc pancréatique activé par l'entérokinase. Il n'y a donc pas lieu de considérer le bactériophage comme un être vivant parasite des bactéries.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *G. Mouriquand* et *Mlle J. Schœn.* — **Influence protectrice de la gestation sur la carence en vitamine C.**

L'état de gestation retarde le plus souvent les manifestations de la carence C; la fin de la gestation les précipite. On ne peut expliquer actuellement le fait, qui suppose des modifications de la nutrition portant sur l'organisme de la mère ou sur celui du fœtus, et dont le processus échappe.

M. Mascré.

Séance du 17 juillet 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S. Bernstein.* — **Remarque à propos d'une Note de M. Salem.**

STATISTIQUE. — *A. Lumière.* — **La méthode des statistiques témoins hétérogènes.**

GÉOMÉTRIE. — *P. Rachevsky* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur l'interprétation infinitésimale du système des vecteurs duals.**

THÉORIE DES VECTEURS. — *G.-B. Gourewitch* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur une équation algébrique en polyvecteurs.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Silvio Minetti* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur la géométrie de l'holospace des fonctions holomorphes dans un même domaine et sur ses liens avec la théorie des équations différentielles ordinaires.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Lichine* (prés. par M. H. Villat). — **Asservissements.**

— *Max Serruys* (transm. par M. J.-L. Breton). — **Quelques précisions concernant le cognement et l'auto-allumage dans les moteurs à explosion.**

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *R. Guizonnier* (prés. par M. Maurain). — **Gradient de potentiel électrique et pression atmosphérique.**

PHYSIQUE. — *Thadée Peczolski* (prés. par M. J. Perrin). — **Cause et effet de la dissolution du sel dans le métal.**

Lorsqu'on chauffe un métal dans le sel, on observe généralement deux effets : la dispersion du métal dans le sel et la cémentation du métal par le sel.

Les expériences ont montré que l'un des principaux facteurs de la dissolution du sel dans le métal est la pénétration des ions positifs du sel dans le métal, pénétration qui dépend du sens de la chute de potentiel au contact de ces deux corps.

La structure du cuivre cémenté a été examinée au moyen des rayons X par la méthode Debye-Scherrer : on a constaté la recristallisation du cuivre produit par son chauffage dans le sel.

CHALEUR. — *E. Dupuy* et *L. Hackspill* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la loi de dilatation thermique du bore.**

Du résultat de leurs expériences, les auteurs ont pu déduire le coefficient de dilatation linéaire moyen entre 20 et 750°. Ce coefficient est égal à $8{,}3 \times 10^{-6}$, c'est-à-dire très voisin de celui du chrome et nettement inférieur à celui du fer $11{,}5 \times 10^{-6}$.

RADIO-ÉLECTRICITÉ. — *D. Bodroux* et *R Rivault* (prés.

par M. A. Cotton). — **Sur quelqnes réceptions lointaines des émissions de radio-vision de Londres.**

MAGNÉTISME. — *E. Thellier* (prés. par M. Ch Maurain) — **Magnétomètre insensible aux champs magnétiques troublés des grandes villes.**

Le système préconisé présente les qualités suivantes : 1° il est astatique; 2° la plupart des champs constants ou variables, non uniformes sont sans action sur lui; 3° il est symétrique par rapport à l'aimant principal 2 M sur lequel on fait agir les échantillons à étudier.

SPECTROSCOPIE. — *P. Lambert* et *J. Lecomte* (prés. par M. A. Cotton). — **Spectres d'absorption infrarouges de composés organiques possédant deux chromophores.**

PHOTOGRAPHIE. — *Mlle J. Clavier* (prés. par M. E. Esclangon). — **Influence de la température sur la sensibilité chromatique de quelques plaques photographiques.**

L'Auteur expose l'intérêt pratique du mode de sensibilisation par chauffe qui permet de réduire notablement la durée de pose nécessaire pour enregistrer une impression photographique au-delà de $500^{mμ}$ et qui pourra trouver son utilisation chaque fois que l'on aura surtout en vue le repérage d'une image photographique : raie spectrale ou image stellaire, plutôt qu'une mesure photométrique.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Mme I. Curie* et *F. Joliot* (prés. par M. J. Perrin). — **La complexité du proton et la masse du neutron.**

Il faut considérer le proton, pensent les auteurs, comme constitué d'un neutron et d'un électron positif; l'énergie de liaison est de l'ordre de $5 \times 10^{-6} e$ V et la stabilité est, par conséquent, très grande.

RADIOACTIVITÉ. — *T. Graf* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le spectre magnétique des rayons β émis par l'Ac B + C + C′ + C″.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *H. Muller* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'abaissement du point d'eutexie ternaire glace-nitrate de potassium-chlorure d'ammonium.**

La température d'eutexie ternaire est franchement abaissée par addition de ClK et NO^3NH^4, mais les abaissements moléculaires sont beaucoup plus faibles et varient bien plus que dans le cas général.

— *H. Hering* (prés. par M. G. Urbain). — **Equilibres hétérogènes dans le système : iodure de cadmium, iodure de potassium et eau.**

L'auteur a étudié les équilibres hétérogènes depuis 100° jusqu'aux températures d'eutoxie. Cette étude met en évidence l'existence d'un nouvel hydrate de l'iodure de cadmium et de trois sels doubles inconnus : I^2Cd, 2 IK, 1/2 H^2O. — I^2Cd, 2 IK, 3 H^2O. — 2 I^2Cd, 3 IK, 4 H^2O. Elle a confirmé l'existence des deux sels doubles anciennement connus.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Fr. Hahn* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le dosage de traces de brome en présence d'un grand excès de chlore.**

Le procédé consiste à ajouter à la solution à examiner une goutte de fluorescine, 3 gouttes d'une solution tampon ayant un *p*H de 5.6 à 5.5 et une goutte d'une solution oxydante de *p*-toluol-chlorsulfonaminate de soude. On agite et on laisse la réaction se poursuivre durant 60 à 90 secondes, puis on arrête la réaction suivant la méthode indiquée et le changement de couleur, virage du vert au rose, permet de distinguer facilement des traces de brome.

CHIMIE MINÉRALE. — *J. Guéron* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur l'évolution spontanée des solutions aqueuses de chlorure stannique.**

Les solutions de chlorure stannique fortement hydrolysées, subissent spontanément une évolution présentant un double aspect : ionique et micellaire. L'auteur donne une étude parallèle des variations ioniques et de certaines variations micellaires : celles qu'on peut définir au moyen de l'ultrafiltration différentielle ou de la centrifugation différentielle.

— *H. Delomenie* (prés. par M. A. Béhal). — **Contribution à l'étude des ferrosiliciums.**

Ces recherches confirment l'existence de siliciure Si^4Fe dans les alliages à 50 p. 100 et démontrent que le délitement de ces ferrosiliciums ne doit pas être attribué à une texture particulière en relation avec la teneur en silicium, mais à la présence de phosphure et d'arséniure d'aluminium, dont la formation se produit dans les conditions thermiques qui président à la fabrication de ces alliages.

— *A. Travers* et *P. Leduc* (prés. par M. Matignon). — **Sur l'évolution des aluminates de chaux hydratés.**

Les auteurs montrent l'importance du *p*H sur la métastabilité et concluent qu'il est dangereux d'appliquer la règle des phases aux systèmes où les faux équilibres sont presque la loi.

CHIMIE ORGANIQUE. — *H. Cottin* (prés. par M. Béhal). — **Sur la penténylamine.**

— *M. Sommelet* (prés. par M. Béhal) — **Sur la préparation synthétique de composés chloro-méthylés dérivés des phénols.**

— *J. Décombe* (prés. par M. Delépine). — **Sur la condensation du formol, des amines et des phénols.**

L. Francher.

GÉOLOGIE. — *A. Lanquine* (prés. par M. Jacob). — **Les étirements de bordure du massif jurassique de Thèmes et de ses abords, aux environs de Rocbaron et de Carnoules (Var).**

— *D. Schneegans* (prés. par M. Jacob). — **Les relations entre la zone du Flysch dans l'Embrunais et la Nappe du Briançonnais.**

La disposition des faciès du Flysch dans la Nappe de l'Ubaye ou la zone de l'Embrunais peut être résumée de la façon suivante. Le Flysch à Helminthoïdes forme le remplissage d'un vaste synclinal poussé vers l'Ouest, qui embrasse la plus grande partie de l'Embrunais et dont les deux flancs appartiennent à la zone du Briançonnais. Le Flysch noir occupe les portions marginales de la zone de l'Embrunais.

CHIMIE AGRICOLE. — *J. Ribéreau-Gayon* (prés. par M. Viala). — **Sur la solubilité des composés cupriques des bouillies anti-cryptogamiques.**

La concentration des ions Cu serait de l'ordre du millionième de milligramme par litre dans la bouillie bordelaise, et mille fois plus élevée dans la bouillie bourguignonne. La concentration dans la bouillie obtenue en versant le sulfate de cuivre dans la chaux (bouillie inversée) est la même qu'en versant la chaux dans le sulfate de cuivre. Une solution décinormale de sulfate de cuivre additionnée d'acide citrique et de soude a donné une concentration en ions Cu encore plus faible que dans la bouillie à la chaux, bien que la totalité du cuivre

y soit dissous; il y est engagé dans le complexe cupri citrate. L'efficacité différente, contre le mildiou, de la bouillie normale et de la bouillie inversée ne peut être attribuée à la différence de solubilité des composés formés. Il serait d'un grand intérêt pratique d'étudier le rôle des divers phénomènes qui peuvent conditionner l'action sur la plante. Les composés cuivriques des bouillies anti-cryptogamiques ne peuvent être considérés comme rigoureusement insolubles.

ZOOLOGIE. — *Ch. Pérez* (prés. par M. Bouvier). — **Sur quelques différences sexuelles chez le Crabe *Pachygrapsus marmoratus*.**

On trouve ici un nouvel exemple de caractères sexuels extrêmement précis consistant dans des détails morphologiques de taille minime, mais de fixité rigoureuse. Les Rhizocéphales (Sacculines) féminisent souvent les mâles; ils ne modifient pas les femelles, mais leur donnent, par rapport à leur taille, une avance de précocité dans l'évolution de leurs caractères différenticls.

ENTOMOLOGIE. — *C. Mathis* et *I. Berland* (prés. par M Bouvier) — **Une araignée domestique africaine: *Plexippus paykulli*, ennemie naturelle des Stegomyia, hôtes des maisons.**

Cette Araignée a été décrite à Java sous le nom de *Salticus culicivosus* qui suggère bien son rôle. Celui-ci vient d'être observé avec précision à Dakar où elle est abondante. Inoffensive pour l'homme, détruisant les Stegomyia ailés, par ailleurs difficiles à atteindre, cette araignée pourrait jouer un rôle important dans la lutte antiamarile.

BIOLOGIE. — *B. Trouvelot, Lacotte, Dussy* et *Thénard* (prés. par M. Marchal). — **Observations sur les affinités trophiques existant entre les larves de *Leptinotarsa decemlineata* et les plantes de la famille des Solanées**

En classant les diverses formes du genre *Solanum* d'après le degré d'affinité qui existe entre elles et le *L. decemlineata*, on observe un échelonnement continu : on peut passer par des transitions insensibles des plantes attaquées par l'insecte aux plantes délaissées par lui. Il en est de même pour d'autres groupes de la famille des Solanées. Il existe des différences notables de sensibilité entre les diverses formes, cultivées ou sauvages, de *Solanum* tubérifères. On peut entreprendre des recherches dans le but d'obtenir des formes peu ou non attaquées.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *W.-S Reich* et *A.-F. Damansky* (prés. par M. G. Bertrand). — **Contribution à l'étude de l'amidon. Sur de nouveaux esters obtenus par cinnamylation.**

Estérification facile. L'amidon naturel donne un dérivé *di*-estérifié; l'amylose donne un dérivé *tri*-estérifié. L'amylopectine, comme la matière fondamentale du grain d'amidon, donne un *di*-cinnamate. La saponification régénère l'amylose et l'amidon naturel. Par chauffage avec l'eau, la matière fondamentale du grain d'amidon se transforme progressivement en amylose.

— *L. Velluz* et *P. Sauleau* (prés. par M. Desgrez). — **Synthèse biochimique d'esters gras de quelques cyclohexanols.**

La lipase de la graine de Ricin est capable d'effectuer la synthèse d'oléides des cyclohexanols, et d'autres esters correspondant à d'autres acides gras, jusqu'à l'acide caprylique inclusivement. Dans le cas de cyclohexanols substitués, il y a inhibition plus ou moins marquée de l'action synthétique; cette inhibition est sans doute en rapport avec l'empêchement stérique et peut expliquer l'inactivité imprévue du ferment de Ricin à l'égard de certains alcools terpéniques (borneol, menthol, etc.) et surtout du cholestérol.

— *Mme A. Roche* (prés. par M. Desgrez). — **Perte azotée et inanition protéique.**

On a établi les bilans azotés, comparativement : chez des rats soumis à l'inanition totale et chez des rats soumis à l'inanition protéique. Les résultats constatés sont favorables à l'hypothèse de la désintégration partielle d'une protéine musculaire, dans le cas où le besoin azoté n'est pas couvert par l'alimentation. Les animaux soumis au jeûne protéique meurent après avoir subi des pertes d'azote beaucoup plus importantes que celles des animaux morts d'inanition totale (avec eau); aussi, l'inanition azotée, poursuivie jusqu'à la mort, réalise-t-elle des conditions expérimentales particulièrement favorables à l'étude de variations possibles dans la composition des protéines musculaires.

PHYSIOLOGIE. — *A. Calmette, A. Saenz* et *L. Costil.* — **Effets du venin de Cobra sur les greffes cancéreuses et sur le cancer spontané (adéno-carcinome) de la Souris.**

Dans ces expériences, le venin de Cobra a exercé, sur l'adéno-carcinome spontané ou greffé de la souris, un effet curatif indubitable. En l'injectant dans la tumeur elle-même, en doses répétées correspondant chacune au dixième de la dose mortelle, on a provoqué la fonte du tissu adéno-carcinomateux et son élimination à l'extérieur ou sa résorption totale en 15 à 20 jours. On ne saurait déduire de ces faits que le venin de Cobra peut guérir les cancers humains. C'est aux cancérologues qu'il appartient d'entreprendre l'expérimentation nécessaire.

MICROBIOLOGIE DU SOL. — *S Winogradsky.* — **Sur le dégagement de l'ammoniac par les nodosités des racines des Légumineuses.**

Des nodules fraîchement détachés de racines de Légumineuses, dégagent de l'ammoniac, dégagement qui peut se poursuivre plusieurs jours. Cet ammoniac ne provient pas, comme le démontre l'analyse des faits, d'une ammonification des matières protéiques et aminées sous l'influence des microbes. Il reste à démontrer qu'il ne provient pas non plus d'un processus d'autolyse. Quoi qu'il en soit, le fait nouvellement établi que les nodosités jeunes portées par des plantes en pleine croissance exhalent de l'ammoniac dans l'ambiance en quantité notable, gardera toute son importance.

SÉROTHÉRAPIE. — *P. Rosenthal.* — **Cure de régénérescence par la sérothérapie interhumaine.**

On a injecté, à des bronchopneumoniques, avec de très bons résultats du sérum de convalescents. L'injection, à des sujets divers, de sérums provenant de sujets plus jeunes, a provoqué une réelle action de régénérescence, tendant à prouver la justesse de la conception de Metchnikoff d'après laquelle la vieillesse actuelle est pathologique et prématurée.

CHIMIE MÉDICALE. — *A. Moujeot* et *V. Aubertol* (prés. par M. Achard). **Oxydations intra-tissulaires et bains thermaux carboniques.**

Dans les bains carbo-gazeux, secs ou hydriques, la ventilation pulmonaire est activée. Il y a résorption transcutanée des particules d'émanation, fait qui n'avait pu être mis en évidence jusqu'ici; peut-être est-ce le gaz carbonique, résorbé en proportions considérables, qui sert de véhicule ou d'entraîneur aux particules radio-actives.

qui ne paraissent pas traverser la peau au cours des bains artificiels rendus radioactifs, mais non carboniques. Les combustions intra-cellulaires sont fortement augmentées. Il semble, en somme, que la radioactivité ajoute à la résorption transcutanée du CO^2 un élément qui favorise les oxydations intra-cellulaires; la résorption simultanée du CO^2 et du gaz émanation exercerait une puissante action zymosthénique sur les oxydases.

M. Mascré.

NOUVELLES

Muséum National d'Histoire naturelle. — Le Muséum a acquis récemment un squelette de *Campylognathus*, reptile volant découvert dans le Lias d'Holzmaden (Wurtenberg). Cette pièce admirablement conservée, dans tous ses détails, a pris place dans les collections de la Galerie de Paléontologie.

— Un mâle adulte de Rhinocéros bicorne d'Afrique, de grande taille a été acquis pour le Parc Zoologique du Bois de Vincennes. L'animal en parfait état de santé est l'un des très rares spécimens, vivant actuellement en captivité dans les organisations zoologiques du monde.

— M. le député Susset, chargé d'une mission officielle en Afrique équatoriale a pu recueillir pour le Muséum, une collection d'animaux africains (Lions, Panthères, Serval, Hyène, Chacals, Oryctérope, etc.) qui a pris place dans la Ménagerie.

— Un convoi d'animaux divers (Lions, Singes, Hyène, Vautour d'Angola, etc.) est parti de la Ménagerie pour se rendre par la route à Bourges, où viennent d'être créés un Muséum d'Histoire naturelle et un Parc zoologique.

Le Muséum national vient ainsi d'inaugurer effectivement son programme de décentralisation nationale.

— *Musée du Trocadéro.* — Les collections viennent de s'enrichir d'objets de grande valeur que le public peut voir dès à présent dans les Galeries récemment ouvertes.

Facultés des Sciences. — Art. 1er. — L'article 19 du décret du 28 décembre 1885 relatif à l'organisation des Facultés et Ecoles d'enseignement supérieur est complété par les dispositions ci-après :

« Dans les Facultés des Sciences, l'assemblée de la faculté comprend en outre un représentant des chefs de travaux et des assistants choisi indistinctement dans l'une de ces deux catégories. Toutefois, l'assemblée de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris comprend un représentant des chefs de travaux et un représentant des assistants choisis chacun dans sa catégorie.

« Ces représentnts n'ont que voix consultative.

« Ils sont désignés pour trois ans par l'assemblée de la faculté dans sa première séance après la rentrée scolaire. La désignation a lieu en scrutin secret, à la majorité relative au deuxième tour. »

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La viscosité des liquides, par Emile Hatschek, Membre de l'Institut de Physique, Maître de Conférences de Chimie colloïdale à l'Institut technique Sir John Cass, traduit de l'anglais, par Georges Arçay, Chef des Travaux à la Faculté des Sciences de Besançon, 238 pages, Dunod, éditeur, Paris.

La viscosité constitue une propriété très importante des liquides, qui a fait l'objet d'un nombre considérable de recherches, surtout au cours des trente dernières années. Elle intéresse non seulement les physicochimistes, mais encore les techniciens d'un grand nombre d'industries. Aussi la monographie d'Emile Hatschek, très consciencieusement documentée ne manquera-t-elle pas d'attirer l'attention de nombreux lecteurs. L'ouvrage débute par un chapitre d'introduction consacré à quelques définitions et à un rapide historique des essais de mesure depuis Coulomb jusqu'à Poiseuille. Viennent ensuite l'exposé des considérations mathématiques sur les principales méthodes permettant de déterminer le coefficient des viscosités, puis une étude critique des appareils susceptibles de réaliser ces diverses méthodes. Dans les chapitres suivants, on trouve les résultats relatifs à la viscosité des liquides purs, des solutions et des mélanges liquides, à la variation de la viscosité avec la température et avec la pression, aux relations entre la viscosité et la constitution chimique. A signaler tout particulièrement les chapitres consacrés à la viscosité des substances analogues à la poix et celle des solutions colloïdales qui ont fait l'objet de nombreuses mesures dont la signification n'est pas toujours très claire par suite de la complication apportée par la présence de la rigidité. L'ouvrage se termine par la description des viscosimètres industriels. En lisant ce livre, on a l'impression que la viscosité des liquides constitue un domaine dans lequel bien des points restent encore à préciser et appellent de nouvelles recherches.

A. Be.

Rééducation psychothérapique, *Contrôle de l'équilibre mental et nerveux*, par le Dr Pierre Prost, In-8° de 138 pages. (Collection de Parrel des Manuels de Rééducation). G. Doin, éditeur, Paris.

Le rôle du psychisme dans toutes les manifestations physiologiques ou pathologiques de la vie n'a pas besoin d'être mis en évidence : c'est une banalité que d'en constater l'immensité. Mais, pour si intimes que soient les relations entre le mental et le physique, c'est dans les troubles fonctionnels, dont les psychonévroses représentent le type le plus pur, que cette interdépendance est poussée à son plus haut degré. Les « nerveux » dont l'agitation de notre époque et l'usure psychique qu'elle impose ne peut qu'augmenter le nombre, sont justiciables avant tout d'une rééducation qui, bien pratiquée, correctement conduite et subie avec discipline donne d'indiscutables succès.

Les conditions, la technique, les applications de cette rééducation sont, dans l'ouvrage de l'auteur, exposées avec précision et clarté et dans un esprit essentiellement pratique. On se rendra compte, à la lecture de ces pages attachantes, combien la méthode demande de soins et d'habileté de la part du rééducateur, de discipline, de confiance et de bonne foi de la part du malade; mais, sous ces conditions, l'avenir sombre des névropathes s'éclaire et permet tous les espoirs de guérison.

Dr Didiée.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 18 — 71e ANNÉE — 23 SEPTEMBRE 1933

L'ÉCOLE DE CHARLES HERMITE ET LA PHYSIQUE THÉORIQUE

par A. BUHL
Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse

Il peut apparaître comme regrettable que la Physique théorique, science si importante aujourd'hui, ne se soit pas développée en France autant qu'à l'étranger. Les Théories d'Einstein préparées par Riemann et par Maxwell ont reçu chez nous un accueil en partie hostile ; tout au moins l'ai-je appris, à mes dépens, à Toulouse. A Paris, les efforts ont été mieux dirigés comme l'atteste la seule fondation de l'Institut Henri Poincaré. De plus, les progrès aidant et les méthodes einsteiniennes tendant à passer du domaine astronomique au domaine intra-atomique, nous avons découvert tout à coup que nous possédions, dans l'œuvre mathématique française, des bases merveilleusement aptes à supporter les théories quantiques et la Mécanique ondulatoire.

Les ouvrages étrangers qui se publient actuellement sont emplis de matrices, d'opérateurs, de polynomes *hermitiques*. Malgré M. Louis de Broglie et la pléiade de savants gravitant près de lui au Collège de France et en Sorbonne, ce n'est pas nous qui faisons le meilleur sort aux travaux de Charles Hermite, non plus qu'à ceux de grands disciples tels Stieltjes et Georges Humbert. Toutefois, n'exagérons pas ; nous avons cependant su reconnaître le génie là où il était. Nous possédons, grâce à M. Emile Picard, les *Œuvres* de Charles Hermite en quatre beaux volumes très maniables ; la *Correspondance* échangée entre Hermite et Stieltjes a été publiée, en des formes analogues, et nous sommes au Tome premier d'une fort belle édition des travaux de Georges Humbert. Mais ce serait une erreur de croire qu'il suffit de prendre ces volumes pour y apercevoir clairement ce qui peut donner naissance à la Physique théorique. Ils sont surtout physiques parce que — comme nous allons le rappeler une fois de plus — la Physique théorique naît à partir des principes mathématiques et que de tels principes ne peuvent être maniés par de grandes intelligences sans révéler, tôt ou tard, leur complète signification. Toutefois, pour saisir cette révélation, il nous reste encore à travailler beaucoup. Voici longtemps que ce travail m'a tenté et je voudrais faire part ici, à peu près sans formules, des réflexions qu'il m'a suggérées, tout récemment, devant un flot de livres anglais et allemands.

D'autre part, voici Albert Einstein Professeur au Collège de France ; nous n'avons pas à nous appesantir ici sur les circonstances morales et internationales qui ont amené cet événement, mais ce résultat me semble des plus heureux pour nous, Depuis que cet article est

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

écrit, l'Institut de France (dans sa séance du 26 juin) s'est aussi attaché le génial créateur comme Associé étranger. Il y a des choses naturelles et justes qui sont étonnamment tardives.

J'imagine Albert Einstein pensant et travaillant désormais près du centre de notre école mathématique ; il est trop intelligent pour n'en point apercevoir rapidement l'histoire et la méthode et, si ce grand savant continue à pérégriner, dans le monde entier, pour parler çà et là de ses prodigieuses conceptions, il nous rendra certainement le service de montrer comment beaucoup de celles-ci peuvent être appuyées sur nos propres créations.

Outre les considérations du présent article, combien de choses encore devraient être au moins mentionnées. Les matrices, les groupes linéaires, les groupes quelconques ont, en France, un représentant d'une immense valeur en la personne de M. Elie Cartan. Bien plus, au-delà du Calcul tensoriel et de l'identité de Bianchi, M. Cartan a fait des théories, concernant les formes et les systèmes de Pfaff, qui semblent permettre l'élaboration de nombreuses Gravifiques dépassant de beaucoup celles des espaces à *torsion* ou à *courbures nulles*. Mais ceci nous entraînerait bien loin d'un stade antérieur de la Science, stade surtout considéré dans ce qui suit.

*
* *

L'un des points essentiels, qui ne va pas parfois sans un grand étonnement mais qui n'en fait pas moins presque toute la valeur de la Physique théorique, est que cette physique est incluse, pour ainsi dire, dans les premiers principes de l'analyse mathématique, notamment dans ceux du calcul intégral. Une aire plane A, de contours C, donne lieu à l'identité

$$\int_C X\,dY = \int\int_A dX\,dY \qquad (1)$$

qui se transforme aisément en les formules de Riemann et de Stokes, d'où les notions de tourbillon et de divergence. L'identité analogue

$$\int\int_S X\,dY\,dZ = \int\int\int_V dX\,dY\,dZ \qquad (2)$$

est beaucoup plus riche encore. Elle conduit immédiatement aux équations électromagnétiques de Maxwell, dans l'espace-temps, sous la forme généralisée grandement étudiée par M. Th. De Donder. Cette forme contient des dérivées partielles ordinaires en ∂, admettant des généralisations en D avec lesquelles se conservent les formules stokiennes et la règle élémentaire de dérivation des produits. Mais ces dérivées en D, heureusement (car c'est de là que découlent de nouvelles choses d'une portée immense), ne sont pas *permutables*. Leur non permutabilité livre des symboles avec lesquels apparaît toute la théorie de la *courbure* dans les espaces de Riemann. Et cela, c'est la Gravifique d'Einstein, la science des mouvements épousant la courbure de l'espace-temps. La Mécanique classique des milieux continus peut être construite de manière analogue (1).

Pour beaucoup d'esprits, tout ceci contient un étrange mystère. Comment des identités aussi simples, aussi tautologiques que (1) et (2), peuvent-elles engendrer tant de choses et même révéler un pouvoir générateur qui semble pouvoir s'étendre indéfiniment ?

L'explication n'est pas aisée. Peut-être même n'est-il pas absolument raisonnable de vouloir des explications là où des constatations devraient suffire. Si l'on veut absolument expliquer, il faut remarquer, sans doute, que les identités (1) et (2), telles que nous les présentons ici, expriment des propriétés de l'étendue qui sont déjà très physiques. A est aire, V est volume ; se représenter cela c'est déjà grandement faire appel au domaine sensible, au monde phénoménal et expérimental. Dès lors il devient naturel que des transformations de (1) et (2) correspondent encore au même monde mais transformé de manières diverses. Bien des phénomènes physiques correspondent sans doute au fait de vivre et de penser aux choses les plus simples. En revanche, bien des choses très simples, adroitement retournées et développées, redonneront la variété et la complexité physiques. On pourrait approfondir encore plus, se demander s'il est bien nécessaire de se représenter des aires A et des volumes V, pour que les identités (1) et (2) aient un sens. Eh bien, non, ce n'est pas nécessaire. Les idées d'étendue et d'espace peuvent sortir elles-mêmes d'un substratum d'ordination logique. Mais il faut savoir se borner. N'allons pas plus loin, pour l'instant, dans ces directions où, bientôt, nous n'aurions, se débattant avec elle-même, que la pensée selon Descartes et, plus récemment, selon Henri Poincaré, pensée qui est la condition même de l'existence du penseur et d'une constatation d'existence pour ce qu'il appelle son Univers.

On voit avec quelle facilité on passerait, les points de départ étant mathématiques, de la Physique à la Métaphysique. Pendant longtemps, ce passage a été considéré, par le véritable homme de science, comme une chose, parfaitement détestable, qu'il convenait absolument d'éviter. Il n'en est plus de même aujourd'hui. On ne s'interroge pas sur la nature de l'atome sans s'interroger sur la nature du

(1) Pour le développement mathématique de toutes ces assertions, voir A. Buhl : *Structures analytiques et Théories physiques*. Mémorial des Sciences physiques, fasc. XXII. Gauthiers-Villars et Cie, Paris, 1933.

monde sensible et la recherche de raisonnements de plus en plus pénétrants conduit à s'inquiéter quant à l'origine de nos facultés raisonnantes elles-mêmes. Restons, toutefois, aussi scientifiquement que possible, dans le voisinage des identités (1) et (2) ; il y a encore tant et tant de choses à en dire sans faire de métaphysique. D'abord leur transformation, donnant aisément naissance au tourbillon, à la divergence et, plus généralement, au déterminant fonctionnel, a ainsi conduit au calcul vectoriel et, plus récemment, au calcul tensoriel, calculs où les symétries de déterminants sont les symétries essentielles.

Mais les déterminants ne naissent pas que sur un tel terrain. Ils naissent encore, très simplement, de la résolution de systèmes d'équations algébriques linéaires. De tels systèmes définissent aussi des *transformations* ou *substitutions* ou *groupes linéaires* pour lesquels il est inutile d'écrire tout le système ; le tableau des coefficients, ou *matrice*, suffit. Aux *successions* de substitutions correspondent des *produits* de matrices. En ceux-ci réapparaît la notion de *non-permutabilité*. Les facteurs, dans les produits de matrices, ne sont pas permutables ; les échanger entre eux, c'est changer la valeur du produit. En cela, rien de bizarre ; ce qui est bizarre, c'est la facilité avec laquelle certaines conceptions acquises en notre enfance forment une sorte d'écran rendant presque impossible tout retour en arrière vers des principes plus généraux. L'enseignement a sa part de responsabilité. La multiplication, telle qu'on l'entend à l'école primaire, si l'on veut la discuter à fond, ne va pas sans longueurs ; c'est d'abord la multiplication des entiers, puis celle des nombres décimaux, puis celle des fractions. Plus tard, dans l'enseignement secondaire, il est question de multiplication algébrique, ce qui ne généralise pas grand'chose. Et l'on peut faire tout cela sans mettre franchement en évidence trois propriétés de la multiplication que les nécessités actuelles obligent à considérer sans cesse.

Ce sont : l'*associativité* qui fait que

$$a\,(bc)=(ab)\,c,$$

la *distributivité* qui fait que

$$m\,(a+b)=ma+mb,$$

la *commutativité* ou *permutabilité* qui fait que

$$ab=ba.$$

Si l'on posait cela, on s'étonnerait moins de constater qu'il y a des multiplications généralisées, telles celles des matrices, qui sont associatives et distributives, mais non commutatives. On peut se rendre compte aussi qu'on est toujours là très près des premiers principes de l'Analyse, car la non-commutativité de la multiplication matricielle peut être imitée très aisément au moyen des symboles les plus simples du calcul infinitésimal. Reprenons l'identité (1) ; son premier membre peut s'écrire

$$-\int_C Y\,dX$$

en vertu de

$$\int_C (X\,dY+Y\,dX)=\int_C d(XY)=0.$$

Or, nous faisons appel ainsi, une fois de plus, à cette égalité essentielle

$$d\,(XY)=X\,d\,Y+Y\,d\,X,$$

qui appartient aussi bien au Calcul différentiel absolu qu'au Calcul différentiel ordinaire et qui maintenant peut prendre le nouvel aspect.

$$\frac{d}{dX}(XY)-X\frac{d}{dX}Y=Y.$$

On lit, de la manière la plus évidente, sur cette formule, que *la dérivation en* X et *la multiplication par* X ne sont point permutables, car s'il y avait permutabilité pour leurs opérateurs, le second membre de l'égalité serait *zéro* et non Y.

Les matrices *hermitiques* sont des matrices, à éléments imaginaires, qui transforment en elles-mêmes les fameuses formes *à indéterminées conjuguées* dont l'étude est l'un des plus beaux titres de gloire pour Hermite et pour ses disciples. Ces transformations et ces invariances jouent, dans l'espace de Hilbert, comme les transformations, en elles-mêmes, des formes quadratiques à variables réelles, jouent dans des espaces plus simples (1).

Les opérateurs *hermitiques*, imitant, comme il est dit plus haut, les propriétés des matrices hermitiques, établissent, entre intégrales multiples, des relations généralisant ce que peut donner l'intégration par parties. Ces opérateurs *algébriques* (comme la multiplication par X) ou *de nature différentielle* (comme la dérivation en X), permettent de constituer, par leurs combinaisons, les premiers membres des équations aux dérivées partielles de la Mécanique ondulatoire et de telle façon qu'un tel premier membre soit, lui-même, hermitique. Il y a, à cet égard, des règles simples. Mais, dira-t-on, étant donnée une équation H $(f) = 0$, quel bénéfice y a-t-il à ce que l'opérateur H soit hermitique ? Les bénéfices abondent. L'un des plus remarquables provient de ce que, malgré la non-per-

(1) Si l'on pouvait entrer ici dans plus de détails, une des premières choses à rappeler serait la correspondance qu'il est possible d'établir entre l'Electromagnétisme de Maxwell et la Géométrie de Cayley, correspondance qui n'est peut-être pas indiquée explicitement chez Hermite mais qui résulte aisément d'un de ses Mémoires. Voir P. Barbarin et A. Buhl : *La Géométrie non-euclidienne*. Troisième édition. Collection *Scientia*. Gauthier-Villars et Cie, Paris, 1928.

mutabilité générale des opérateurs hermitiques, je puis cependant me proposer de rechercher un opérateur permutable avec un opérateur donné. Soit K permutable avec H. Je pourrai écrire $KH(f) = o$ et, aussi bien,

$$HK(f) = H(Kf) = o.$$

Donc Kf est solution de l'équation en même temps que f. J'ai un procédé pour transformer des solutions d'une équation en d'autres solutions. Et il se trouve que les symétries susceptibles d'être conçues dans l'atome ou que les correspondances entre raies, dans le spectre de cet atome, ou encore que la place de l'atome dans la classification de Mendeleieff sont choses en correspondance avec la structure des opérateurs H et K ou des solutions qui sont annulées par H et transformées en d'autres par K. Certes, tout n'appartient pas ici à l'école de Charles Hermite. La principale équation $H(f) = o$ porte le nom de Schrödinger, et les procédés qui viennent d'être invoqués se rattachent aussi, de bien des manières, à la Théorie des groupes de Sophus Lie. Mais, l'Ecole française peut intervenir ici par des moyens qui lui sont propres ; il y a là des questions qui relèvent directement de l'esprit mathématique de notre race comme le prouvait déjà le génial enfant que fut Evariste Galois en recherchant, parmi beaucoup d'autres choses, un opérateur qui changeait, les unes en les autres, les racines d'une équation algébrique. Cette dernière préoccupation, en matière d'équations algébriques, se retrouve aussi, en maints endroits, chez Hermite ; il ne restait qu'à poursuivre et à voir, dans l'atome, ce que l'illustre mathématicien voyait en la théorie des substitutions.

*
* *

Ainsi qu'il a été mentionné au début, l'un des disciples de Charles Hermite, à citer maintenant, est Georges Humbert (1859-1921). Ce brillant géomètre continua l'étude des formes à indéterminées conjuguées ; les *Comptes rendus* des années qui précédèrent sa mort contiennent de nombreuses Notes sur le sujet. Il se livra, de plus, à des recherches profondes sur de certains invariants intégraux géométriques (tels des aires) que transportent des surfaces variables. Le tome premier des *Œuvres*, publié en 1929, contient à cet égard des Mémoires de la plus haute importance qui, bien que l'auteur ne le dise nullement, semblent pouvoir prendre une très remarquable signification physique. Les surfaces variables, en effet, deviennent aisément des fronts d'ondes ; les invariants transportés deviennent des masses, des charges..., dont l'invariance peut d'ailleurs s'accommoder de paramètres variables tels le temps. De plus, le caractère *intégral* de ces invariants entraîne qu'ils subsistent lors de certaines dislocations, de certains émiettements, des champs d'intégration. Et voici l'onde qui se résout en corpuscules.

Encore une fois, Georges Humbert ne pousse pas ses conclusions si loin ; peut-être ai-je été le premier à signaler la possibilité d'un tel aboutissement lorsque j'analysai (1) le premier volume de ses *Œuvres*.

Il y a là une géométrie qui s'accorde aisément avec les généralités concernant l'équation de Schrödinger tout en étant probablement une des dernières manifestations géométriques dans un domaine qui, finalement, n'apparaîtra plus comme relevant de la géométrie. Mais, je m'expliquerai plus loin sur ce nouveau et formidable paradoxe. Commençons plutôt par donner des exemples très simples des vues de Georges Humbert.

Soit un cercle fixe C de centre O et de rayon a dans lequel nous marquerons deux rayons voisins Om et On. Soit un autre cercle mobile c, de diamètre a, passant par O et, dans ces conditions, toujours tangent intérieurement à C. De la notion même d'angle inscrit on conclut immédiatement que l'arc, du cercle mobile c, compris entre les rayons Om et On, est un arc *constant*, d'ailleurs égal à mn. Dans l'angle mOn, on a ainsi une sorte de front d'onde, de longueur constante, qui oscille entre O et la circonférence de C, ceci conformément à une équation différentielle qui est celle des cercles c et qui peut s'écrire $ds = ad\theta$.

Imaginons maintenant qu'à côté de l'angle mOn j'en construise un autre nOp puis, à côté de ce dernier, encore un autre pOq et ainsi de suite. Dans tous ces angles, je puis me représenter un arc emprunté à un cercle c et oscillant comme celui qui est dans mOn. Or, je ne suis nullement tenu de raccorder ces arcs en passant d'un angle à l'angle contigu. Ils peuvent former une ligne discontinue qui, malgré ses discontinuités, satisfera encore à l'équation différentielle indiquée. De tels résultats font également partie de la théorie des *trajectoires isométriques* de M. Maurice d'Ocagne (2) ; ils peuvent être généralisés et transformés indéfiniment. Ainsi, on peut remplacer le cercle C par une sphère S et les cercles c par des surfaces s (surfaces de Buhl-Vincensini) engendrées par une lemniscate de Bernoulli, de point double O, de demi-axe transverse a, dont le plan roule sur un cône quelconque de sommet O. Tout cône K, de sommet O et à directrice fermée, découpe, sur les surfaces s, une aire invariante, d'ailleurs égale à celle déterminée, par ce même

(1) *L'Enseignement mathématique*. T. 29, 1930, p. 169.
(2) *Bull. de la Soc. mathématique*. T. 13, 1884-85 ; T. 17, 1888-89.

cône, sur S. Avec des cônes K contigus, on raisonnera, si l'on veut, comme avec les angles contigus de l'exemple précédent.

Soit encore une sphère S et un cylindre H circonscrit ; un pinceau P, conoïdal, issu normalement de l'axe du cylindre, découpe des aires équivalentes sur S et H. Que S glisse dans H et nous observons dans P une propagation d'aires invariantes. Cet exemple était connu d'Archimède et correspond à la figure gravée sur le tombeau du célèbre géomètre de Syracuse. Mais, voilà qui montre bien le caractère chaotique de la géométrie ondulatoire ainsi constituée puisqu'à côté d'un cas archimédien, nous plaçons les surfaces de Buhl-Vincensini, découvertes dans ces dernières années et que nous appellerons ainsi tant qu'on ne nous aura pas indiqué quelque paternité antérieure.

Or, Georges Humbert, négligeant, le plus souvent, détails et cas particuliers, a étendu tout cela. Il a vraiment donné une théorie des familles de surfaces variables, intersectées par d'autres familles, d'où les cloisons les plus diverses qui varient et propagent des intégrales invariantes (1). Quand les surfaces sont *algébriques*, le merveilleux théorème d'Abel associe des fronts d'onde multiples et la question se rattache aussi aux recherches de M. Emile Picard. Les émiettements de fronts d'onde, avec conservation de l'invariance *intégrale*, sont toujours possibles puisque, encore une fois, l'intégrale n'exige pas la continuité pour subsister. L'illustre et regretté René Baire (2), MM. Henri Lebesgue et Georges Bouligand peuvent alors être grandement mis à contribution.

M. Louis de Broglie, en maintes publications, nous a mis en garde contre les relations très complexes et encore incomplètement formulées qui peuvent exister entre ondes et corpuscules. Or, les travaux de Georges Humbert ont peut-être trop de régularité, trop d'esprit géométrique pour s'adapter exactement, répétons-le, à un monde géométrique évanouissant, mais il ne faut pas abandonner la Géométrie sans la bien connaître et les difficultés, souvent très grandes, de la Théorie des variétés algébriques, constituent dès lors un sujet d'étude des plus importants pour qui veut faire de la Physique théorique.

***

Passons à une question très différente, mais encore très importante. Nous avons dit, plus haut, que les opérateurs hermitiques se révélaient d'abord sous forme algébrique (comme la multiplication par X), ou sous forme différentielle (comme la dérivation en X). Ne prennent-ils jamais la forme intégrale ? Si l'on posait cette question à un mathématicien s'occupant exclusivement de fonctions analytiques, il ne serait sans doute pas porté à la considérer comme bien redoutable ; il penserait tout de suite à l'intégrale de Cauchy qui représente, sans difficulté, toute dérivée. Mais, en Mécanique ondulatoire, l'analyse hermitique est loin d'être toujours analytique. Poussé par la nécessité, Dirac y a introduit des constructions fonctionnelles bizarres ayant pour but de remplacer le différentiel par l'intégral ; mais ces constructions ne peuvent être réalisées qu'approximativement et s'évanouissent si l'on tente de leur donner un sens strict. Une solution très satisfaisante a été donnée, au contraire, par M. Johann von Neumann (1) en utilisant l'intégrale de Stieltjes. Je ne vois, pour l'instant, aucun moyen de donner une idée élémentaire et rapide de l'analyse en litige.

En revanche, je puis insister sur le nom de Stieltjes. Ce dernier, d'origine hollandaise mais Français d'adoption, fut l'un de mes prédécesseurs dans la Chaire de Calcul différentiel et intégral de la Faculté des Sciences de Toulouse. Rien qu'à ce point de vue, je devrais lui rendre hommage, mais comment ne pas faire mieux encore, comment ne pas rappeler la *Correspondance* échangée entre Hermite et Stieltjes, correspondance emplissant deux volumes qui, comme le remarque M. Emile Picard (2), s'ajoutent aux quatre tomes représentant l'œuvre, proprement dite, de Charles Hermite.

Chez Stieltjes, comme chez Hermite, les inspirations à recueillir, au bénéfice de la Physique théorique, sont profondes et nombreuses ; son intégrale peut s'interpréter au moyen d'une comparaison massique très simple. Pour cette belle conception, comme pour tant d'autres, Stieltjes doit être placé auprès de Georges Humbert.

***

Après avoir fait, dans ce qui précède, une large et belle place à la Géométrie, je terminerai cependant par la philosophie antigéométrique sinon du monde corpusculaire tout entier, du moins du monde intra-atomique. La Géométrie y a cependant été utilisée ; les théories gravitationnelles de Bohr en font foi. Mais elle a donné des mécomptes. Nos figures géométrique, même quand elles sont *vues* idéalement, sans être tracées, sont toujours de la nature d'un tracé fait, par exemple, à la craie,

(1) Voir encore le fascicule déjà cité : *Structures analytiques et Théories physiques*.

(2) Eloge funèbre dans *L'Enseignement mathématique*. T. 31, 1932.

(1) J. v. Neumann. *Mathematische Grundlagen der Quantenmechanik*. J. Springer. Berlin, 1932.

(2) E. Picard. *Œuvres de Charles Hermite*, t. IV, Avertissement. Gauthier-Villars, Paris, 1917.

au crayon ou à l'encre, c'est-à-dire fait avec emploi d'un nombre prodigieux de corpuscules. Dès lors, a-t-on le droit de loger — ne serait-ce qu'en pensée — toute cette foule corpusculaire dans un atome où l'on veut, pour d'autres raisons, ne distinguer que deux ou trois corpuscules ? Non, très probablement, et c'est pourquoi l'image du corpuscule possédant des trajectoires dans l'atome apparaît comme suspecte (1), pourquoi même le cadre de l'espace ordinaire apparaît comme impropre à ces représentations microcosmiques.

Mais combien, cependant, il me semblerait imprudent d'enterrer la Géométrie avec ces quelques phrases. Qui ne voit que nous allons vers une géométrie corpusculaire beaucoup plus physique que la géométrie infinitésimale, vers une science des groupes discontinus pénétrant incomparablement mieux l'atome que la science des groupes continus.

Dans cet ordre d'idées, les travaux de Georges Humbert sont des travaux de transition ; on ne saurait trop en recommander l'étude. On remontera ensuite à ceux de Charles Hermite, bien que ceci soit contraire à la chronologie, et l'on se convaincra que le génie de ce grand arithméticien nous a laissé tout un arsenal, incomplètement utilisé à l'heure actuelle, des procédés des plus efficaces quant à l'analyse des phénomènes ondulatoires et corpusculaires.

(1) L. de Broglie. *Théorie de la Quantification dans la nouvelle Mécanique*. (p. XXVII). Hermann, Paris, 1932.

LE PROCÈS DE GALILÉE

par E. DOUBLET

C'est le 22 juin 1633 que Galilée fut condamné par le Saint-Office ; le tricentenaire de cet événement est une occasion toute naturelle d'en retracer l'histoire, mais il nous faut commencer par rappeler la biographie du grand physicien, qui est une des plus belles gloires de l'Italie.

Galileo-Galilei, fils naturel d'un gentilhomme florentin, était né à Pise en 1564. Comme Dante, Pétrarque, Giotto, Masaccio, Machiavel, Léonard de Vinci, Michel-Ange, il était un enfant de cette Toscane si féconde en grands hommes qu'on aurait de la peine à trouver, sur notre globe, une contrée pouvant rivaliser avec elle à ce point de vue.

Plus âgé que Képler, auquel il survécut, il ne fit pourtant paraître ses premiers écrits qu'après ceux de l'astronome allemand.

Galilée commença par étudier la médecine à l'Université de Pise, mais il ne tarda pas à céder à l'attraction des sciences mathématiques, et, à vingt-cinq ans, il les enseignait dans une des chaires de cette même Université. Ses appointements, d'ailleurs, étaient dérisoires, à peu près cinq francs par jour de notre monnaie d'aujourd'hui. On conçoit qu'il ait profité de la première occasion qui s'offrit pour changer de position.

Ce qui est important à noter, c'est que, pendant son séjour à Pise, il s'aperçut de l'isochronisme des oscillations d'un pendule. C'est dans la cathédrale de sa ville natale, où, apparemment, il ne suivait pas l'office avec une grande attention, que le mouvement d'un lustre, chef-d'œuvre remarquable du XII^e^ siècle qui existe encore, le mit sur la voie de cette découverte si riche en conséquences. C'est aussi sur les célèbres tours penchées de Pise qu'il fit ses fameuses expériences sur la chute des corps.

Il montra que, quel que soit leur poids, pourvu que l'on fasse abstraction de la résistance de l'air, tous les corps, en tombant, mettent le même temps à parcourir le même chemin. Galilée avait remarqué que des pendules de même longueur ont la même durée d'oscillation, quoiqu'ils diffèrent par le poids. C'est ce qui l'amena à concevoir la loi que nous venons d'énoncer, et les expériences faites sur la tour de Pise, qui consistaient tout simplement à laisser tomber en même temps des sphères de poids différents, mais de même rayon, et à constater qu'elles atteignaient le sol au même instant, ne furent qu'une vérification. Cette vérification contredisait Aristote, à la grande colère de ses sectateurs.

Et, en substituant à la chute libre la chute le long d'un plan incliné, Galilée reconnut que les vitesses d'un corps se mouvant sous l'action d'une force constante en grandeur et en direction sont proportionnelles aux temps écoulés depuis l'origine du mouvement. Par un procédé géométrique ingénieux, il en déduisit que les

espaces parcourus sont proportionnels aux carrés des temps (1).

Ajoutons, d'une manière générale, que le savant florentin s'est beaucoup occupé de Mécanique ; il semble être celui qui, le premier, a complètement saisi l'importance de la loi de combinaison des mouvements, des accélérations, des forces, selon la loi du parallélogramme. On peut le considérer comme le second créateur de la Mécanique, Archimède étant le premier.

Voici comment Lagrange le jugeait :

« Avant lui, on n'avait considéré que les forces qui agissent sur les corps à l'état d'équilibre, et, quoiqu'on ne pût attribuer l'accélération des corps pesants et le mouvement curviligne des projectiles qu'à l'action constante de la gravité, personne n'avait encore réussi à déterminer les lois de ces phénomènes d'après une cause aussi simple. Galilée a fait, le premier, ce pas important, et a ouvert par là une carrière nouvelle à l'avancement de la Mécanique. »

« Cette découverte ne procura pas à Galilée, de son vivant, autant de célébrité que celles qu'il a faites dans le ciel ; mais elle fait aujourd'hui la partie la plus réelle et la plus solide de la gloire de ce grand homme. »

Mais ces beaux travaux ne suffirent pas à valoir à Galilée la considération de ses élèves. Ils sifflèrent les leçons d'un maître trop peu respectueux, à leur sens, de la philosophie d'Aristote. Si les professeurs modernes risquent d'encourir une semblable avanie, ce n'est point pour le même motif.

C'était une raison de plus pour que Galilée désirât quitter sa patrie. Aussi, dès 1592, le trouve-t-on professeur à Padoue. Il séjourna dix-huit ans dans cette ville, où l'on sut apprécier sa valeur, car ses appointements furent, à diverses reprises, notablement augmentés. Ce qui contribua sans doute à le faire considérer, c'est que, ayant appris par la rumeur publique qu'un Hollandais avait, grâce à un heureux hasard, découvert un merveilleux instrument qui augmentait prodigieusement la puissance de la vue, il se mit au travail et tira profit de ses connaissances en optique, si bien qu'une nuit lui suffit pour découvrir la lunette qui porte son nom, et il la fit construire sur le champ.

Il ne perdit pas de temps et tourna sa lunette vers le ciel. Il fut récompensé de son labeur par de nombreuses découvertes, à commencer par celle des montagnes de la Lune, nouveau désagrément pour les aristotéliciens ; puis, il s'aperçut qu'au voisinage de Jupiter, quatre petites étoiles se trouvaient constamment, ne quittant pas la planète dans son mouvement autour du Soleil. Comme, à ce moment, il venait d'être appelé à Florence par le grand-duc Côme II, il donna à ces *satellites* le nom d'*astres de Médicis*, qui n'a pas été conservé. Enfin, les taches du Soleil, les apparences singulières que lui présenta Saturne (son instrument ne lui permit pas de distinguer nettement l'anneau), la décomposition — prévue par Démocrite — de la Voie Lactée en un nombre infini d'étoiles, toutes ces nouveautés, dont la connaissance se répandit rapidement dans le public, même dans le public non savant, lui valurent une renommée incomparable.

Et cependant, ce n'étaient là que des découvertes d'ordre secondaire, que beaucoup d'autres auraient pu faire aussi bien que lui, s'ils avaient eu une lunette à leur disposition. Il n'y a donc pas à s'étonner que des réclamations se soient élevées à leur sujet. C'est ainsi que le jésuite allemand Scheiner (1575-1650) et un autre Allemand, d'origine frisonne, Johann Fabricius (1857-?), prétendirent avoir découvert, à l'œil nu, les taches du Soleil avant lui (il n'est d'ailleurs pas impossible d'en voir si elles sont considérables, quand l'astre est voisin de l'horizon), que Simon Marius (Mayr, 1570-1624), astronome du margrave de Brandebourg, disait avoir vu le premier les satellites de Jupiter, et voulait les dédier à la maison princière à laquelle il était attaché. Nous ne discuterons pas ces prétentions, car, encore une fois, ces découvertes, si intéressantes qu'elles soient, ne sont pas les véritables titres de gloire de Gallilée.

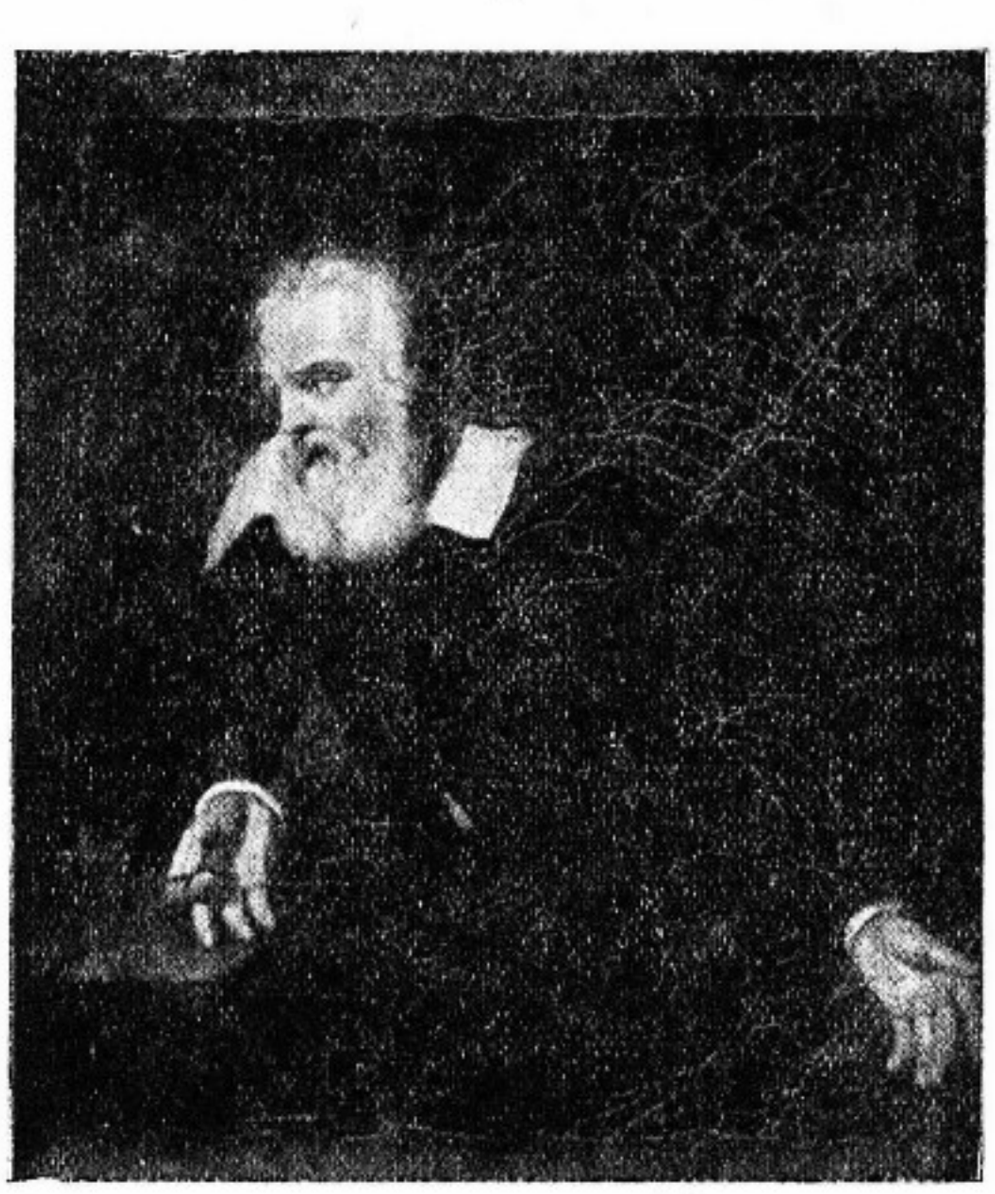
Il les fit connaître au public par un ouvrage spécial, le *Sidereus Nuntius*, qui parut en mars 1610. Képler, qui avait le regret de ne pas posséder une lunette lui permettant de vérifier ces belles découvertes, fut un peu décontenancé en apprenant que Galilée venait de découvrir quatre nouvelles planètes (les satellites de Jupiter), car il croyait avoir trouvé l'explication du nombre de ces astres par la considération des polyèdres réguliers. Il pensa alors immédiatement que Mars doit avoir, lui aussi, deux satellites (on les a découverts en 1877) ; Saturne, cinq ou huit et Vénus, un. On a cru bien des fois avoir découvert ce dernier, mais, jusqu'à présent, on a dû reconnaître qu'on avait été induit en erreur par quelque circonstance imprévue.

Tout le monde sait que ces belles découvertes valurent à Galilée un renom universel, mais furent aussi le motif de persécutions que l'on qualifierait d'odieuses, si on ne savait qu'elles auraient pu aller beaucoup plus loin. Il ne faut pas oublier, en effet, que dans la dernière année du XVI^e^ siècle le philosophe Giordano Bruno avait été brûlé vif à Rome, et que, parmi les motifs de sa condamnation, figurait cette opinion que les étoiles peuvent être des soleils ana-

(1) Ces derniers travaux, commencés à Pise, furent terminés à Padoue.

logues au nôtre, autour desquels circulaient sans doute des planètes, peut-être habitées!

Copernic avait annoncé que si son système était vrai, il devait en résulter que Vénus doit avoir des phases tout à fait semblables à celles de la Lune, et que si jamais on découvrait quelque moyen de perfectionner la vue, ces phases deviendraient parfaitement visibles. Galilée, dont la première lunette ne grossissait que *trois* fois les objets, parvint bientôt à un grossissement dix fois plus considérable. Il aperçut alors —et très nettement — les phases de Vénus. Il y avait là de quoi le rendre copernicien, s'il ne l'eût été déjà ; en tout cas, s'il lui restait quel-



Galilée dans sa prison.
(Tableau de Murillo, daté de 1645).

ques doutes, ils s'évanouirent immédiatement.

Ses découvertes, nous l'avons dit, lui avaient aliéné les dévots d'Aristote et aussi ceux de Ptolémée. Il faut y ajouter une troisième sorte de dévots, — qui d'ailleurs se confondait souvent avec les deux premières — les fanatiques de l'Ecriture Sainte, qui voulaient que toutes les phrases de celle-ci fussent considérées comme n'exprimant jamais des choses vraies à la lettre, et pour lesquels contredire ce sens littéral, si peu que ce fût, était un crime méritant les peines les plus graves.

Galilée le savait bien, et, pour tâcher de désarmer l'orage qui menaçait d'éclater sur sa tête, il s'était efforcé de prouver que, lorsque l'Ecriture dit que, sur l'ordre de Josué, le Soleil s'arrêta *au milieu du ciel*, il faut entendre par ces derniers mots, non pas le méridien, car, s'il eût été midi, il devait s'écouler encore sept heures environ avant la nuit, ce qui était suffisant pour que la victoire fût complète, mais le centre de la sphère céleste, où se trouve le Soleil, qui n'a d'autre mouvement que sa rotation autour d'un de ses diamètres. C'est cette rotation qui s'arrêta, et, avec elle, tous les mouvements célestes.

C'était subtil, mais cette explication ne satisfit pas ses adversaires. Un Dominicain, le P. Caccini, l'attaqua publiquement dans un sermon où il avait pris pour texte ce passage de l'Evangile :

« *Viri Galilæi, quid statis aspicientes in cœlum?* »

Ce que Ponsard, dans sa tragédie de *Galilée*, a traduit de la manière suivante :

> Ecoutez ce que dit l'Apôtre : Vers les cieux,
> Pourquoi, Galiléens, tournez-vous donc les yeux ?
> C'est ainsi que d'avance, il lançait l'anathème,
> Contre toi, Galilée, et contre ton système. »

Le supérieur général des Dominicains fit d'ailleurs toutes sortes d'excuses au savant, se déclarant bien fâché d'être responsable de toutes les bêtises (*sic*) que pouvaient commettre trente ou quarante mille moines.

Galilée n'en fut pas moins condamné, le 23 février 1616, par une congrégation de cardinaux qui affirma ce qui suit :

« Dire que le Soleil est fixe au centre du monde et immobile de tout mouvement local est une proposition absurde et fausse en philosophie, et formellement hérétique, parce qu'elle est expressément contraire à la Sainte Ecriture.»

« Dire que la Terre n'est pas au centre du monde, ni immobile, mais qu'elle se meut, même d'un mouvement diurne, est aussi une proposition absurde et fausse, et théologiquement parlant au moins erronée quant à la foi. »

Ce n'était, en somme, qu'une censure morale, et aucune formalité humiliante ne fut alors imposée à Galilée (1), et même, quelques jours après la promulgation des décrets, le pape Paul V, qui était cependant un homme peu intelligent et très obstiné, lui accorda une audience et se montra bienveillant pour lui. Assurément, cela n'était pas pour satisfaire tout le monde et des fanatiques auraient voulu voir Galilée condamné à mourir par le feu. Si leur désir eût été réalisé, on peut être certain que le P. Caccini, qui semble avoir été un ennemi personnel du savant, se serait donné le plaisir d'apporter son fagot pour grossir le bûcher. On peut le dire sans calomnie, car ce moine était un fort méchant homme.

(1) Du même coup, le *De Revolutionibus orbium cœlestium* de Copernic dut subir certaines corrections.

On doit donc savoir grand gré aux inquisiteurs de leur modération, ils ne doivent même pas être accusés d'avoir recherché le conflit ; celui-ci était inévitable entre la philosophie et l'autorité (1). Copernic le prévoyait déjà, et l'on sait toutes les précautions qu'il avait prises pour éviter d'en être victime. A défaut de Galilée, un autre en eût été l'occasion (2).

Seulement, l'astronome florentin n'était pas homme à tenir indéfiniment caché ce qu'il croyait être la vérité, à laisser, comme dit l'Ecriture, la chandelle sous le boisseau ; en 1632, il publia son fameux livre des *Dialogues*, qui fit d'autant plus sensation qu'il s'adressait au grand public, ayant été écrit, contrairement à l'usage de l'époque, en italien et non en latin.

Dans ses *Dialogues*, Galilée met en scène trois personnages, Sagredo, Salviati et Simplicio, qui discutent entre eux sur les mérites respectifs des systèmes de Ptolémée et de Copernic, et, naturellement, de l'ensemble du livre, c'est la supériorité de ce dernier qui ressort avec évidence.

Ce n'est pas que Galilée n'ait pas commis d'erreur dans ses *Dialogues*. Sans s'en douter, il met dans la bouche de Simplicio la véritable explication du phénomène des marées, c'est-à-dire l'attraction de la Lune. Quant à lui, c'est le mouvement diurne et le mouvement de translation de notre planète qu'il croit être les causes du gonflement périodique des eaux de l'Océan.

Des trois interlocuteurs, c'est Simplicio qui est le partisan de Ptolémée, et, par malheur pour Galilée, on s'imagina, à tort ou à raison, que Simplicio désignait le pape Urbain VIII (Matteo Barberini), qui avait succédé à Paul V en 1623.

Ce pontife avait été l'ami de Galilée, dont il avait même jadis célébré en vers latins les découvertes astronomiques, mais, quand il se vit tourné en ridicule, il changea complètement d'attitude envers l'astronome. Le Saint-Père ne pratiquait point le pardon des injures. Il faut dire que Galilée, avec son esprit prodigieusement sarcastique, avait réussi à faire une vraie caricature du naïf Simplicio. L'auteur n'avait pas formulé de conclusion, mais celle-ci s'imposait infailliblement à l'esprit du lecteur.

Ce livre, qui a mérité d'être comparé aux *Provinciales* de Pascal, souleva des colères formidables contre son auteur d'autant plus que le fait d'être écrit en langue vulgaire, lui valut une véritable popularité. On sait le reste : déféré au Saint-Office, Galilée, bien qu'il ait été traité avec certains égards, fut condamné le 22 juin 1633 ; il fut contraint, en présence de sept cardinaux, de rétracter, en chemise, la doctrine du mouvement de la Terre :

« ... C'est pourquoi, voulant effacer des esprits de vos Eminences et de tout chrétien catholique cette suspension véhémente conçue contre moi avec raison, d'un cœur sincère et d'une foi non feinte, j'abjure, maudis et déteste les susdites erreurs et hérésies, et généralement toute autre erreur quelconque et secte contraire à la susdite Sainte Eglise.

« ... Et si je connais quelque hérétique ou suspect d'hérésie, je le dénoncerai à ce Saint-Office, ou à l'inquisiteur, ou à l'ordinaire du lieu où je serai, etc... »

Quant au fameux mot : *E pur si muove*, il est clair qu'il n'a pas été prononcé. S'il l'eût été, les juges n'auraient pu faire autrement que de prononcer des peines corporelles et probablement la mort. — Galilée n'a pas été torturé, c'est l'opinion des historiens les plus sérieux. — On a eu pour sa personne tous les égards qu'il pouvait espérer ; en dehors de son humiliante rétractation, il n'eut à subir qu'un emprisonnement, plutôt nominal que réel, et l'obligation de réciter à certaines dates les psaumes de la pénitence.

Ce n'en était pas moins un jugement inique et les contemporains éclairés du grand astronome ne se sont pas gênés pour le proclamer tel : « C'est Socrate condamné pour la seconde fois » ; disait un ami de Galilée, le Français Peiresc. Aussi, dans toute cette affaire, le véritable condamné, c'est le Saint-Office. Il a prononcé lui-même sa sentence et perdu toute autorité. La condamnation de Galilée a été pour lui un coup mortel.

S'il en fallait une preuve, c'est qu'à Rome même, un carme, nommé Foscarini, publiait dès 1615 un ouvrage destinée à prouver que le système de Copernic n'est pas incompatible avec la Bible. Mieux encore, en 1746, le jésuite Boscovich, publiant à Rome un livre sur la détermination de l'orbite d'une comète par trois observations, écrivait ceci : « Plein de respect pour la Sainte Ecriture, et pour les décrets de la Sainte Inquisition, je tiens la Terre pour fixe. » Puis, il ajoute : « Cependant, pour plus de clarté, je raisonnerai comme si elle se mouvait, car il est prouvé que les apparences sont les mêmes dans les deux hypothèses ».

Qu'aurait dit Pascal, s'il avait pu connaître cette dernière phrase?

Le pape Benoit XIV, qui régna de 1740 à 1758, et qui était un homme des plus éclairés, permit d'enseigner le système de Copernic comme une hypothèse, mais non comme doctrine positive. C'est pourquoi, en 1820, un pro-

(1) Voir à ce sujet, l'ouvrage du philosophe Jean Reynaud, *Terre et Ciel* (Paris 1854), pp. 239 et 599.

(2) Et il y avait même un précédent : si Aristarque de Samos, contemporain d'Euclide, qui connut le véritable système du monde, si Aristarque, disons-nous, ne fut pas condamné à boire la ciguë, ce ne fut pas la faute du pieux stoïcien Cléanthe.

fesseur de l'Université romaine della Sapienza, nommé Settele, ayant oublié cette prescription dans un ouvrage d'Astronomie qu'il avait composé par ordre de ses supérieurs, se vit refuser l'*imprimatur*. Aujourd'hui, tous les professeurs d'Astronomie, quel que soit leur costume, enseignent la doctrine de Copernic sans se soucier de la condamnation qui l'a jadis frappée (1).

Galilée passa les dernières années de sa vie dans une maison de campagne qu'il possédait à Arcetri, aux environs de Florence, cette maison, croyons-nous, existe encore. Il lui était interdit, sauf quand ses infirmités l'obligeaient à consulter des médecins, de venir à la ville. On pourrait dire qu'il vécut en paix, si la paix existe pour un homme qui se sent surveillé à tous les instants de sa vie. A défaut de famille régulière, il avait trois enfants naturels, deux filles, qui moururent religieuses, et un fils, Vincenzo, qui l'aidait dans ses expériences et fut en particulier son aide pour la construction d'une horloge à pendule. Un fils de ce Vincenzo, nommé Cosimo, poussé par la superstition, détruisit une partie des manuscrits de son aïeul, et, sans l'intervention de Viviani, en aurait fait autant du reste.

Deux fidèles disciples, Evangelista Torricelli et Vincenzo Viviani se joignaient à ces enfants pour adoucir les amertumes de ses derniers jours et profiter de ses dernières leçons. On sait que Torricelli s'est immortalisé par l'invention du baromètre et n'a pu donner toute sa mesure, car il est mort, comme Pascal, à trente-neuf ans. Viviani, par contre, survécut de beaucoup à son maître qu'il vénéra jusqu'à son dernier jour. Octogénaire, il se faisait encore gloire du titre de dernier disciple de Galilée, et, quand il mourut en 1703, il voulut être enseveli dans la même tombe que le grand homme.

Galilée s'occupait encore d'observations astronomiques ; il découvrit le phénomène de la libration de la Lune, dont Cassini devait perfectionner la théorie ; mais un grand malheur l'atteignit, il perdit la vue et passa ses dernières années dans les ténèbres (1). Ne pouvant plus écrire, il dicta. La mort vint le frapper le 8 janvier 1642. Il n'est pas vrai que Newton soit venu au monde en cette même année, « comme pour remplacer l'astronome italien » ; l'illustre Anglais naquit le 5 janvier 1643.

Quant aux manuscrits de Galilée, nous avons vu que Viviani les avait arrachés en partie au vandalisme stupide de son petit-fils mais il n'osa pas les publier ; il les garda dans sa cave, et peu s'en fallut qu'ils ne fussent perdus. On les découvrit seulement en 1739, et il paraît que, en partie, ils avaient déjà pris le chemin de la boutique de l'épicier. Il va sans dire que, depuis, ils sont conservés avec un soin religieux.

Les œuvres complètes de Galilée ont été publiées de 1842 à 1856 à Florence. Depuis, M. Favaro en a donné une édition encore plus étendue, aux frais du gouvernement italien. C'est le meilleur hommage qu'on pouvait rendre au grand homme.

Il en a, d'ailleurs, reçu d'autres. Il a des statues à Florence et à Rome, et, dans l'avenir, en aura sans doute une à Paris, où, déjà, une rue porte son nom.

(1) Les pièces du procès de Galilée furent transportées à Paris sous le premier Empire, elles y restèrent, jusqu'en 1846. Elles ont été publiées depuis, mais partiellement. Voir à ce sujet, les *Mélanges scientifiques et littéraires* de Biot.

(1) Le cas est assez rare parmi les astronomes. En dehors de Galilée, nous ne voyons que Cassini et Arago qui aient été aveugles vers la fin de leur vie. Ils avaient, l'un et l'autre, beaucoup observé le Soleil.

LES MARQUES DE TÂCHERONS DANS LE SUD-OUEST DE LA FRANCE

par Alexandre NICOLAÏ et J. DUBOIS

Nombre de nos monuments anciens, mais plus particulièrement nos églises de l'époque romane, ont gardé — gravés à la pointe sur leurs pierres d'appareil — des *signes* bien connus des archéologues sous le nom de « *marques de Tâcherons* », dont il ne serait que temps d'entreprendre le *Corpus iconographique*.

Ces édifices vénérables des x^e^, xi^e^ et xii^e^ siècles, tendent de plus en plus à disparaître ; pour lutter avec quelque avantage contre la vétusté qui les menace, les fonds manquent le plus souvent, même lorsqu'ils sont classés monuments historiques ; si, d'aventure, l'on a avisé à leur réfection, que dire de certaines restaurations où l'on déplore, en outre des hérésies des architectes, cette manie de supprimer pour remplacer, là où il n'était que de sauvegarder et de remployer, manie tant de fois dénoncée par le regretté André Hallays.

Au bilan effrayant des destructions et des vandalismes consécutifs à l'invasion des Nor-

mands, à la guerre de cent ans, aux guerres de religion, aux martelages révolutionnaires, à la guerre de 1914 elle-même, on oublie trop souvent d'ajouter les méfaits dûs à la *mode* car elle ne s'est fait faute de s'installer dictatorialement jusque dans le domaine de l'architecture à chaque fois qu'elle en a eu l'occasion.

Au temps de Louis XIV, ne voyait-on pas, jusque dans nos plus admirables basiliques, d'horribles survivances de temps et de styles couramment qualifiés de *barbares* ?

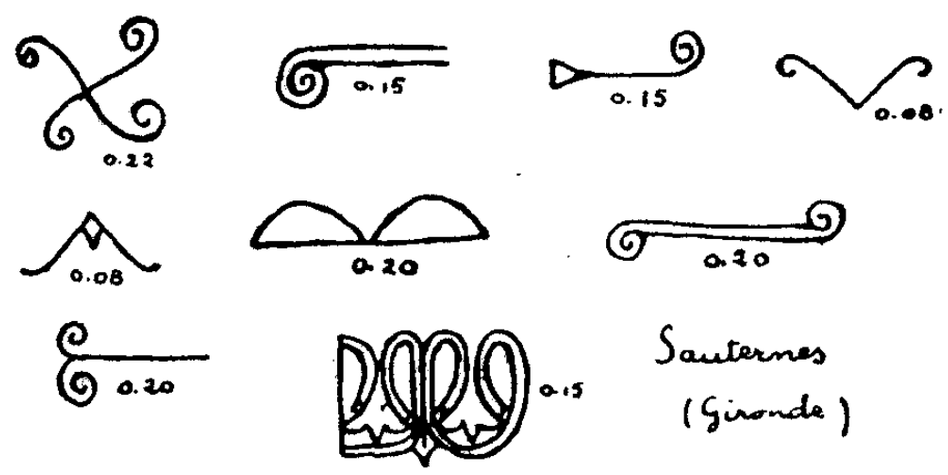


Fig. 1. — Sauternes (Gironde).
Eglise du XII^e siècle remaniée à l'abside.

Mais, en plein XIX^e siècle, nous pourrions citer un de nos plus grands diocèses dont le prélat, fanatique de ce faux romantisme issu du *Génie du christianisme*, a fait raser près d'un cent de sanctuaires romans pour leur substituer autant d'églises gothiques toutes neuves adornées de flèches bien pointues !

Si nous en venons aux monuments qui ont échappé à la rage de destruction, trop souvent d'autres déceptions vous attendent. Passant sur les remaniements maladroits, les mutilations,

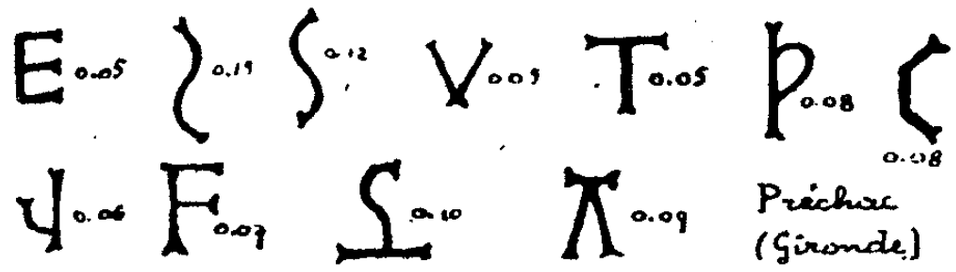


Fig. 2. — Préchac (Gironde).
Eglise des XII^e et XIII^e siécles.

les défigurations, les ajoutiers de toute nature qui les déparent, pour ne retenir que ce qui touche à l'objet de cette étude, le plus souvent on se trouve, à l'intérieur comme à l'extérieur, en présence de parois cent fois crépies et recrépies, ravalées, relayées, enduites de ciments, de mortiers, de badigeons qui ont recouvert quand elles ne les ont pas fait disparaître, les *marques des Tâcherons*, sans parler des inscriptions, des litres ou des fresques.

Arcisse de Caumont, auquel rien n'échappa de ce qui intéressait l'inventaire de notre trésor monumental, n'avait pas manqué de signaler l'attention qui devait leur être prêtée.

Voilà pourquoi il presse bien, semble-t-il, de relever ces *signes* un peu partout tant qu'il en est temps encore. Minces détails et de peu de profit pour la science penseront certains ! Comme si l'on avait le droit de négliger quelque

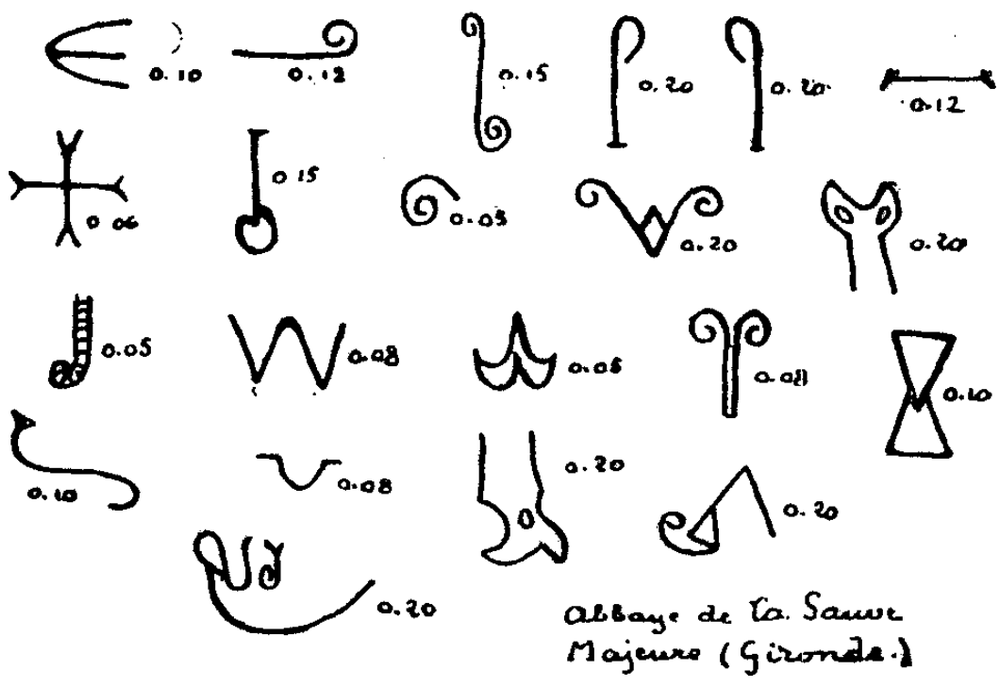


Fig. 3. — La Sauve-Majeure (Gironde).
Abbaye.

source possible d'information. Le rôle de l'archéologue prend toute sa valeur là où l'histoire est muette et quand il ne reste plus que la pierre c'est elle qu'il faut savoir interroger. Elle a si souvent répondu, d'ailleurs.

En préhistoire, n'est-ce pas la fouille seule qui nous a renseignés sur les humanités disparues ? Pour l'époque gallo-romaine n'est-on pas arrivé, actuellement, à dater un camp, une nécropole, une villa bien plus sûrement encore par la vaisselle et les *marques des potiers* que par les monnaies ? Et le même secours, lorsqu'il s'agit de dater un manuscrit n'a-t-il pas été apporté par l'analyse du papier, de sa contexture et surtout par les *filigranes* ? (1).

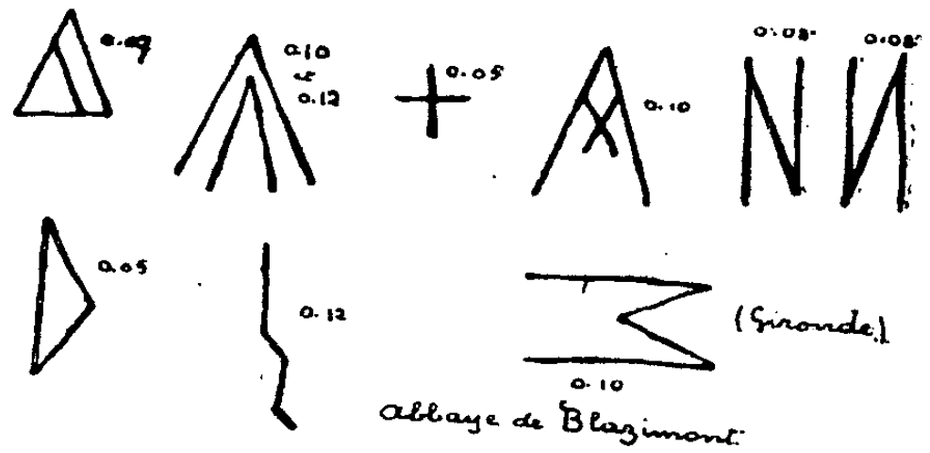


Fig. 4. — Blazimont (Gironde).
Abbaye du XII^e siècle.

(1) Mais on a le *Corpus* des marques de potiers; et pour le papier, il y a le beau *Dictionnaire des filigranes* de Briquet.

On peut en attendre autant des *marques de Tâcherons*, un jour.

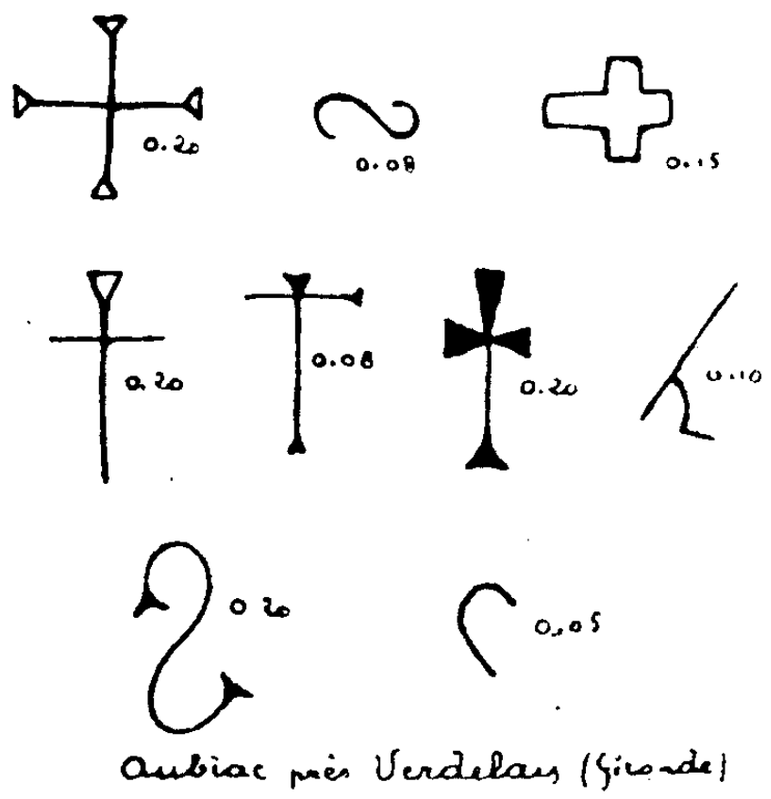


Fig. 5. — Aubiac près Verdelais (Gironde).
Eglise romane. Intérieur et extérieur de la maison qui s'y trouve adossée ; probablement chapelle sud.

Supposons que l'on arrive à rencontrer un même *groupe homogène de marques* se répétant sur plusieurs monuments dans une même

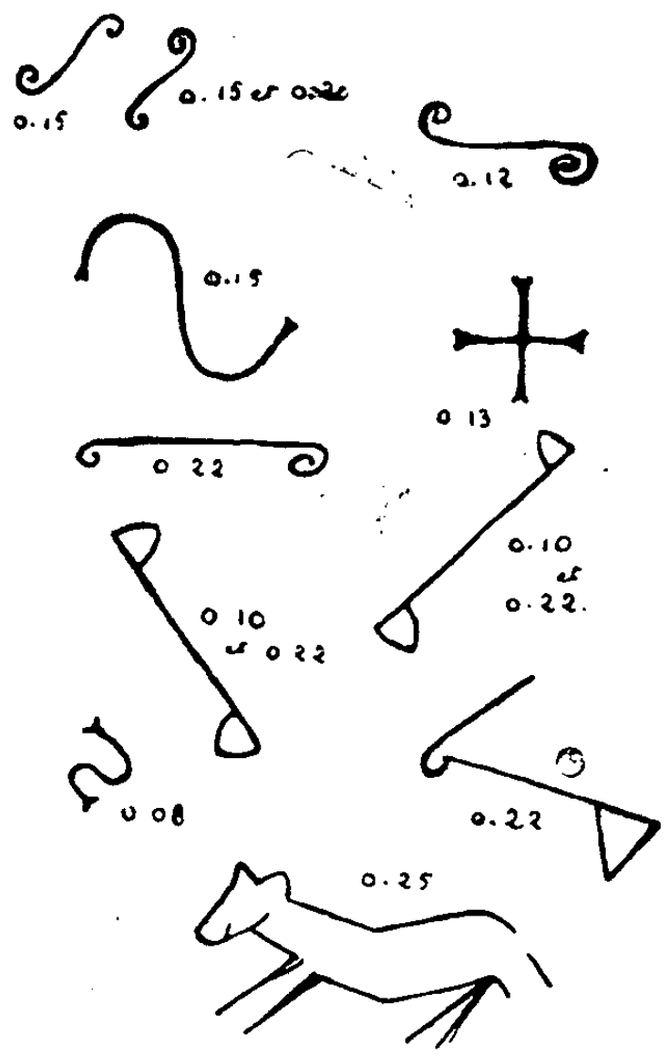


Fig. 6. — Soulignac (Gironde).
Eglise romane.

région ou dans des régions différentes, la conclusion naturelle n'en sera-t-elle pas qu'ils ont été construits par une même équipe d'ouvriers? Il ne serait alors que de la suivre d'édifice en édifice, du plus ancien au plus récent et l'on verra que ce n'est point indifférent lorsqu'il s'agira de dater un monument.

Or, voici qui n'est plus une hypothèse. *Les mêmes marques de Tâcherons* se rencontrent et sur les parements de la belle église romane de St-Macaire (Gironde), et sur ceux de l'église d'Esclotes (Lot-et-Garonne) (1). Aussi eût-il été surprenant de ne pas retrouver quelques points de ressemblance entre ces deux édifices. Effec-

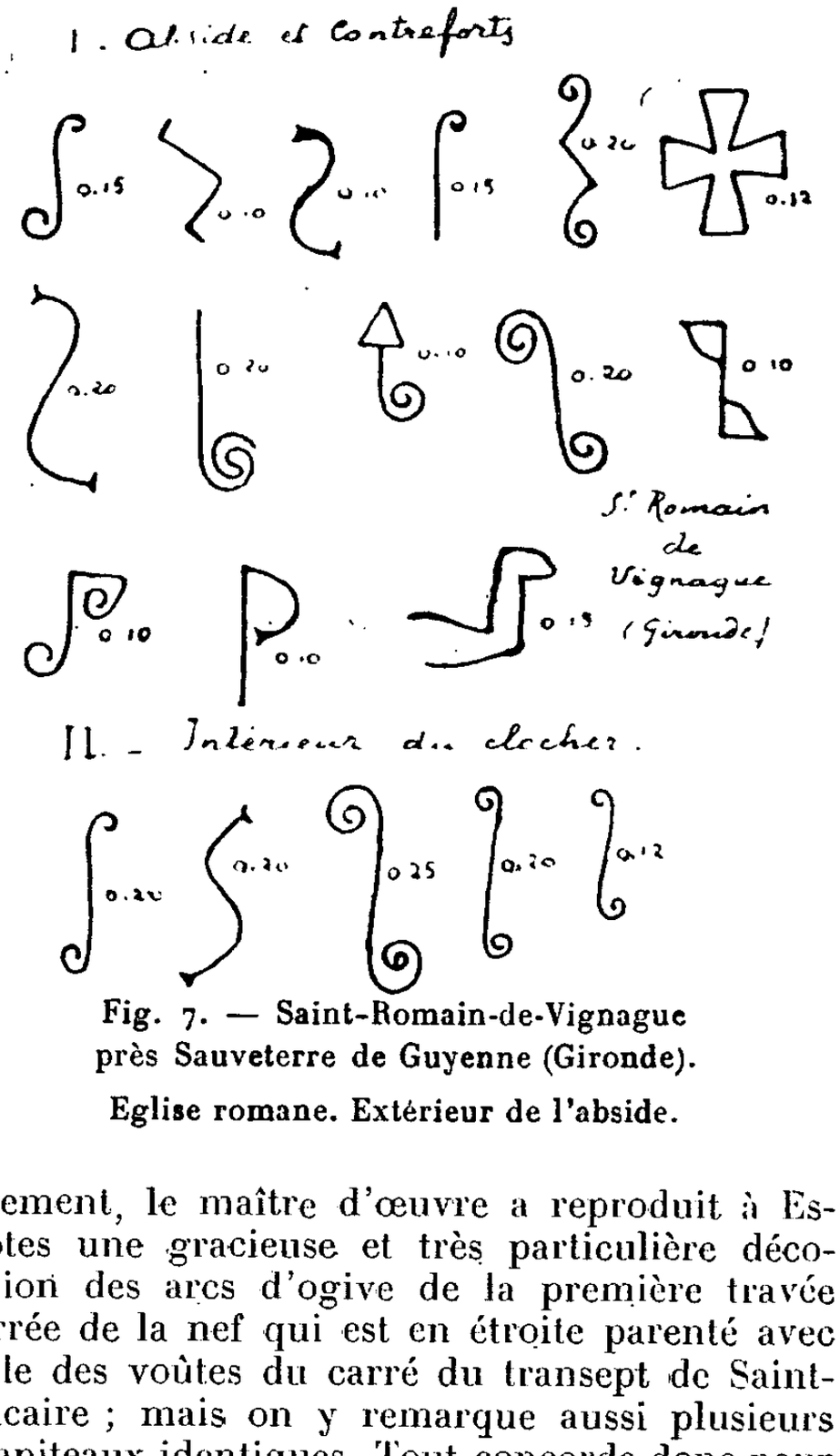


Fig. 7. — Saint-Romain-de-Vignague près Sauveterre de Guyenne (Gironde).
Eglise romane. Extérieur de l'abside.

tivement, le maître d'œuvre a reproduit à Esclotes une gracieuse et très particulière décoration des arcs d'ogive de la première travée carrée de la nef qui est en étroite parenté avec celle des voûtes du carré du transept de Saint-Macaire ; mais on y remarque aussi plusieurs chapiteaux identiques. Tout concorde donc pour rapprocher ces deux églises dont il est à présumer que c'est la plus importante de beaucoup, celle de St-Macaire qui a été construite la première et qui a servi de modèle à l'autre (2).

La manière dont se présentent les *marques de*

(1) Ces deux églises ont autrefois appartenu au diocèse de Bazas, et, à sa suppression St Macaire a relevé du diocèse de Bordeaux et Esclotes du diocèse d'Agen.

(2) Ces deux églises sont de fondation romane, mais où l'on voit s'introduire l'ogive. (V. Tholin. *Etudes sur l'architecture religieuse de l'Agenais du* x^e^ *au* xvi^e^ *siècle*, pp. 108 et 117. — A. Brutails. *Les vieilles églises de la Gironde*, p. 115 et abbé Marboutin). Nous avons relevé leurs marques de Tâcherons qui n'avaient jamais encore été publiées.

Tâcherons sur un même édifice peut fournir d'utiles indications sur la marche des travaux et leur durée.

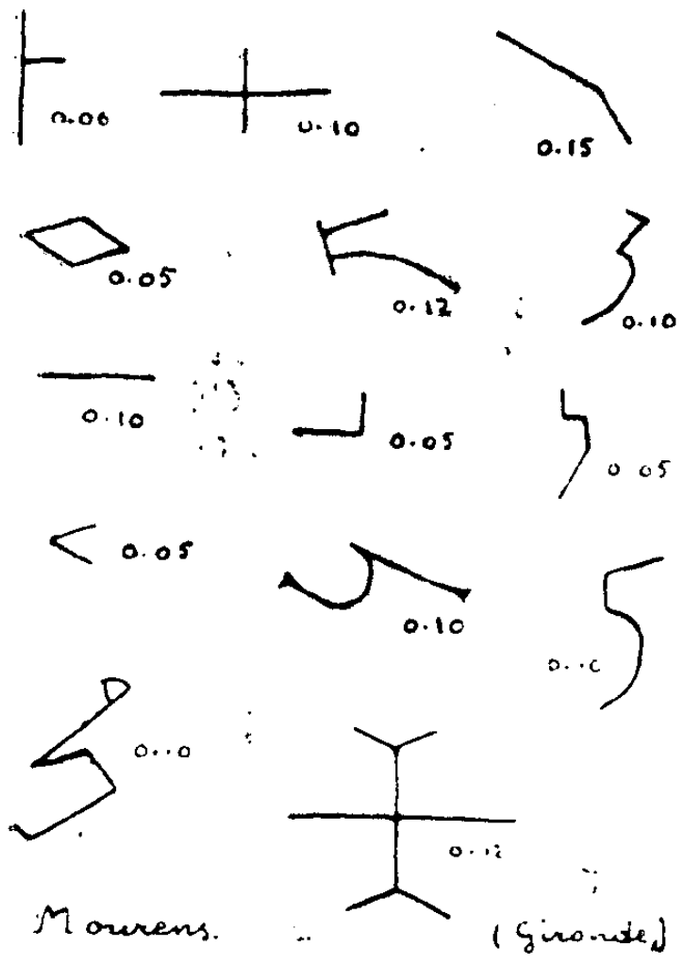


Fig. 8. — Mourens (Gironde).
Eglise romane (complément).

A l'église-cathédrale de Saint-Paul-les-Trois-Châteaux on a remarqué une très inégale répartition des marques ; très nombreuses à l'abside, aux absidioles, au transept, elles vont se

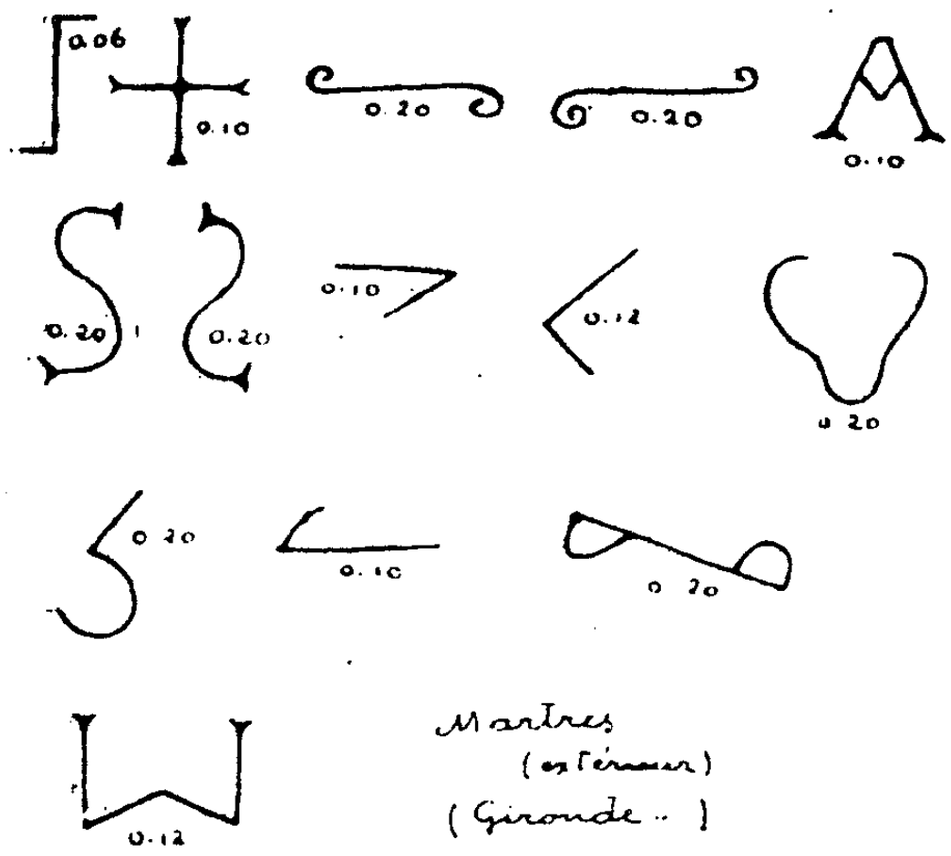


Fig. 9. — Martres (Gironde).
Eglise romane. Extérieur.

raréfiant dans la nef et les bas-côtés à mesure que l'on avance vers le portail occidental ; les pointillés, les dessins géométriques et les tailles en arête persistent un peu plus longtemps ; sur la façade, plus aucun sigle. Or, cela concorde exactement avec la marche des travaux ; c'est bien par le chevet que la construction a été commencée (vers 1140-60), et continuée par le transept et puis par la nef. Les traces de reprises à la façade occidentale accusent une assez longue interruption du chantier qui s'explique par un état de guerre local (1).

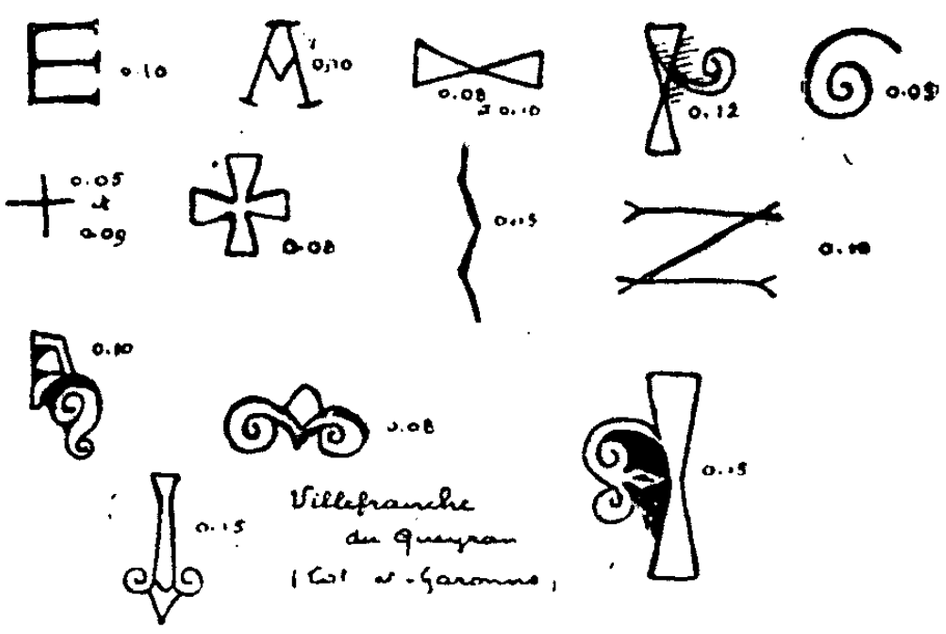


Fig. 10. — Villefranche du Queyran (Lot-et-Garonne).
Eglise Saint-Savin, XII^e siècle.

Pareille remarque dans l'église de St-Honnorat-des-Aliscamps, à Arles où sur les ruines du sanctuaire du X^e siècle, on a entièrement réédifié au XII^e siècle l'abside et les absidioles, le transept et une travée de la nef avec ses bas-côtés. A cette marche très apparente des travaux

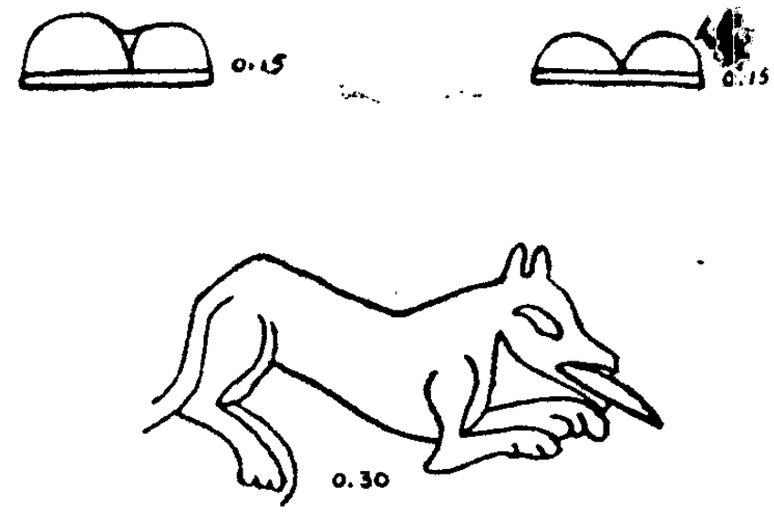


Fig. 11. — Vianne (Lot-et-Garonne).
Eglise du XII^e remaniée au XIV^e siècle. Sur le porche roman.

correspond ici encore la distribution des marques de tâcherons, qui, très nombreuses au chevet et dans ses alentours immédiats, vont en diminuant à mesure que l'on avance vers l'ouest de l'édifice (2).

La belle église romane de St-Sever-sur-Adour (Landes), qui se présente avec un ensemble de marques de tâcherons vraiment impressionnant

(1) Cf. *Congrès Soc. fr. arch Avignon*, 1910, t. I, p. 238.
(2) Cf. *Congrès Soc. fr. Archéologie, Avignon*, 1910, t. I. p. 120. Marques non reproduites.

et de beaucoup le plus important de tout le sud-ouest de la France, mérite une étude particulièrement attentive.

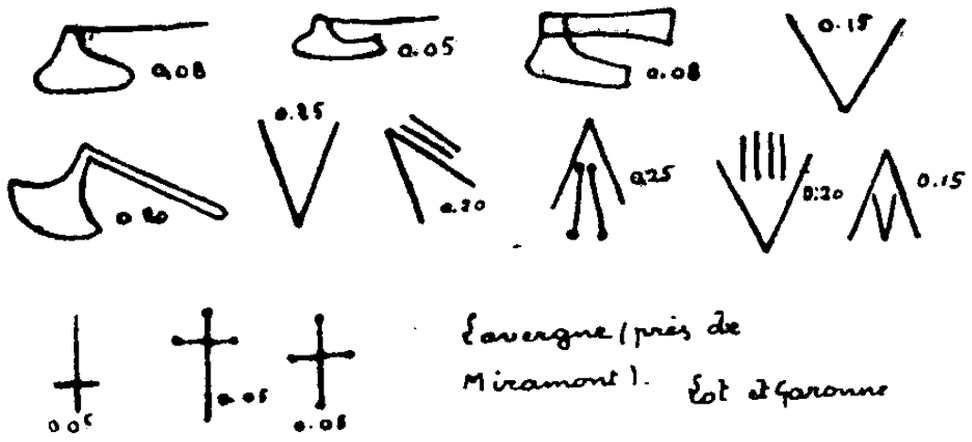


Fig. 12. — Lavergne, près de Miramont (Lot-et-Garonne).
Eglise du XII^e remaniée au XIV^e siècle.

On n'y en compte pas moins de 115 types différents, mais répétés chacun nombre de fois, se répartissant ainsi : 47 à l'intérieur de l'église ; 30 à l'intérieur du clocher ; 29 sur la façade nord-est ; 9 sur la façade sud-ouest. Plusieurs groupes de ces marques restent localisés

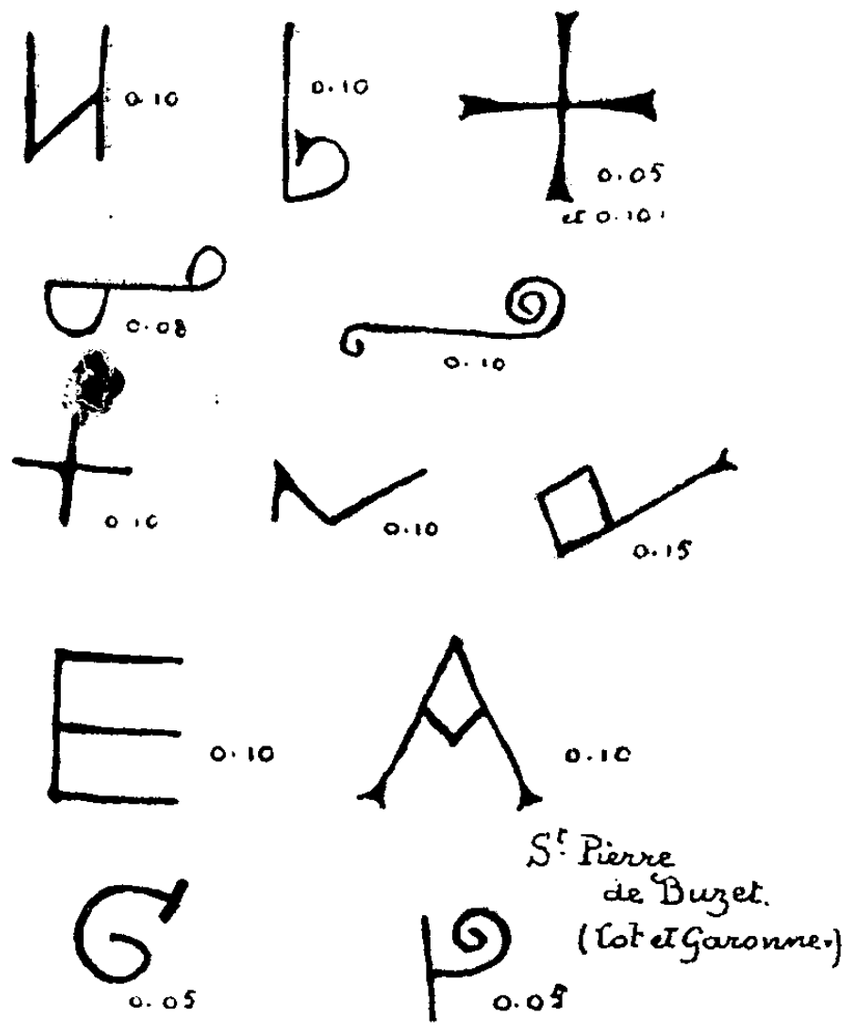


Fig. 13. — Saint-Pierre de Buzet (Lot-et-Garonne).
Eglise romane.

dans telle ou telle partie de l'édifice et ne se retrouvent pas plus loin. C'est ainsi que le marteau, la tête d'homme, la flèche pennée, certaines lettres : M, A, U, etc., la croix, certains signes géométriques qui sont à l'intérieur du monument, ne se retrouvent ni au clocher, ni ailleurs. De même, les façades nord-est et sud-ouest portent leurs sigles propres. Il paraît donc que, par suite d'interruptions dues à des causes diverses, la marche des travaux n'a pas été régulière ; marquée de reprises à d'assez longs intervalles, on s'explique l'apparition de nouvelles équipes de constructeurs (2). A Préchac (Gironde), une marque en forme de S a été coupée quand on a retaillé dans le mode gothique le support sud-est de la nef ; les marques abondent sur l'abside, il n'y en a pas sur les absidioles.

L'archivolte moulurée de la porte de Mourens (Gironde), montre des marques entaillées par les moulures, d'où il ressort que là, tout au moins, les marques avaient été apposées sur les blocs simplement dressés et avant le travail de mouluration (1). On pourrait multiplier ces remarques.

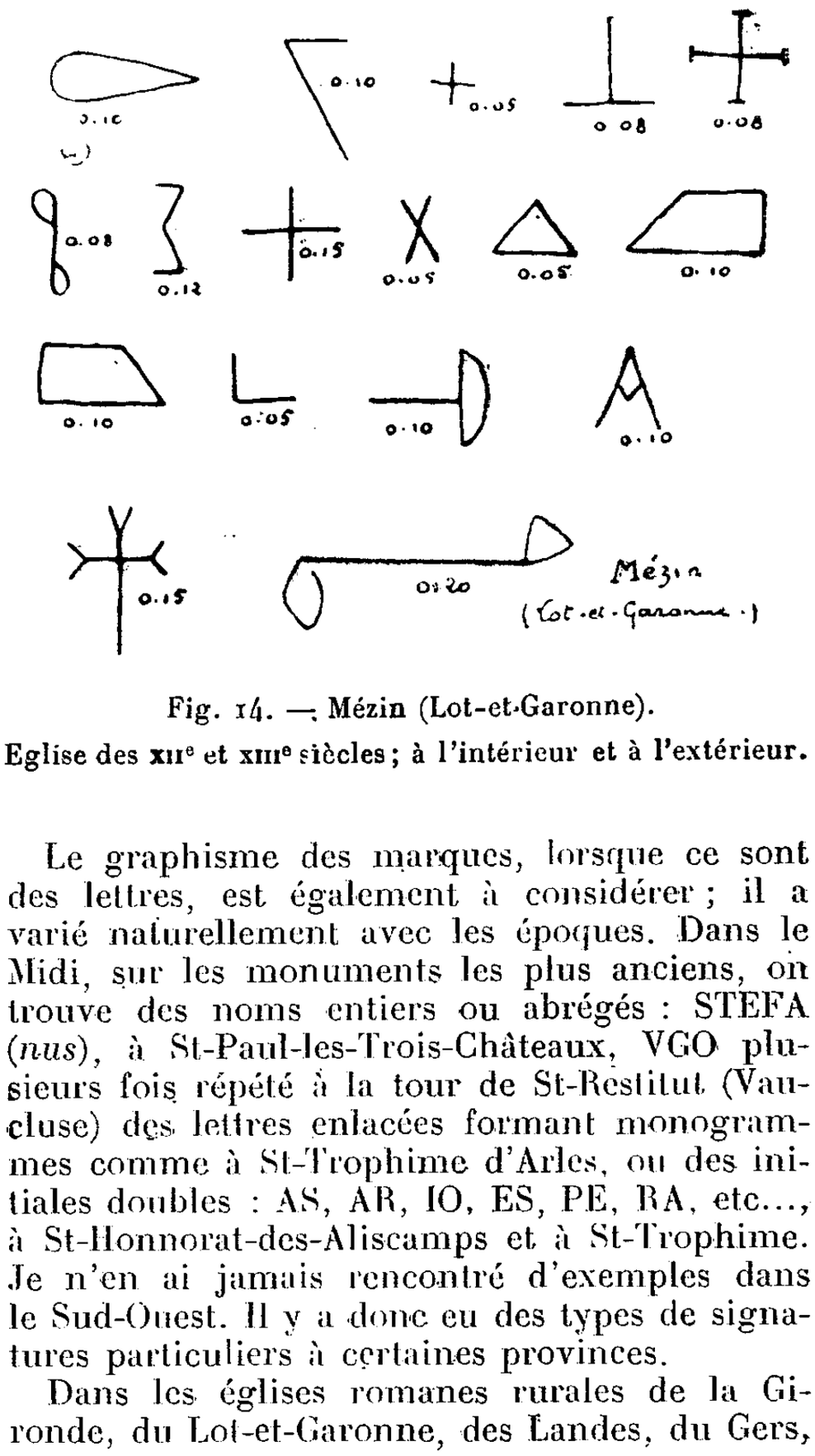


Fig. 14. — Mézin (Lot-et-Garonne).
Eglise des XII^e et XIII^e siècles ; à l'intérieur et à l'extérieur.

Le graphisme des marques, lorsque ce sont des lettres, est également à considérer ; il a varié naturellement avec les époques. Dans le Midi, sur les monuments les plus anciens, on trouve des noms entiers ou abrégés : STEFA (*nus*), à St-Paul-les-Trois-Châteaux, VGO plusieurs fois répété à la tour de St-Restitut (Vaucluse) des lettres enlacées formant monogrammes comme à St-Trophime d'Arles, ou des initiales doubles : AS, AR, IO, ES, PE, RA, etc..., à St-Honnorat-des-Aliscamps et à St-Trophime. Je n'en ai jamais rencontré d'exemples dans le Sud-Ouest. Il y a donc eu des types de signatures particuliers à certaines provinces.

Dans les églises romanes rurales de la Gironde, du Lot-et-Garonne, des Landes, du Gers,

(2) V. *Bullet. Soc. de Borda*, 1900, pp. 105-107 (Dax). M. J. de Laporterie a relevé les marques de Tâcherons de St-Saver, mais sans mensurations et à une si petite échelle que mon collaborateur M. Dubois a dû les relever à nouveau et mesurer.

les *lettres* sont à profusion ; ici, elles ont été tracées par des malhabiles et là, elles sont si soignées et régulières et d'un caractère tel que

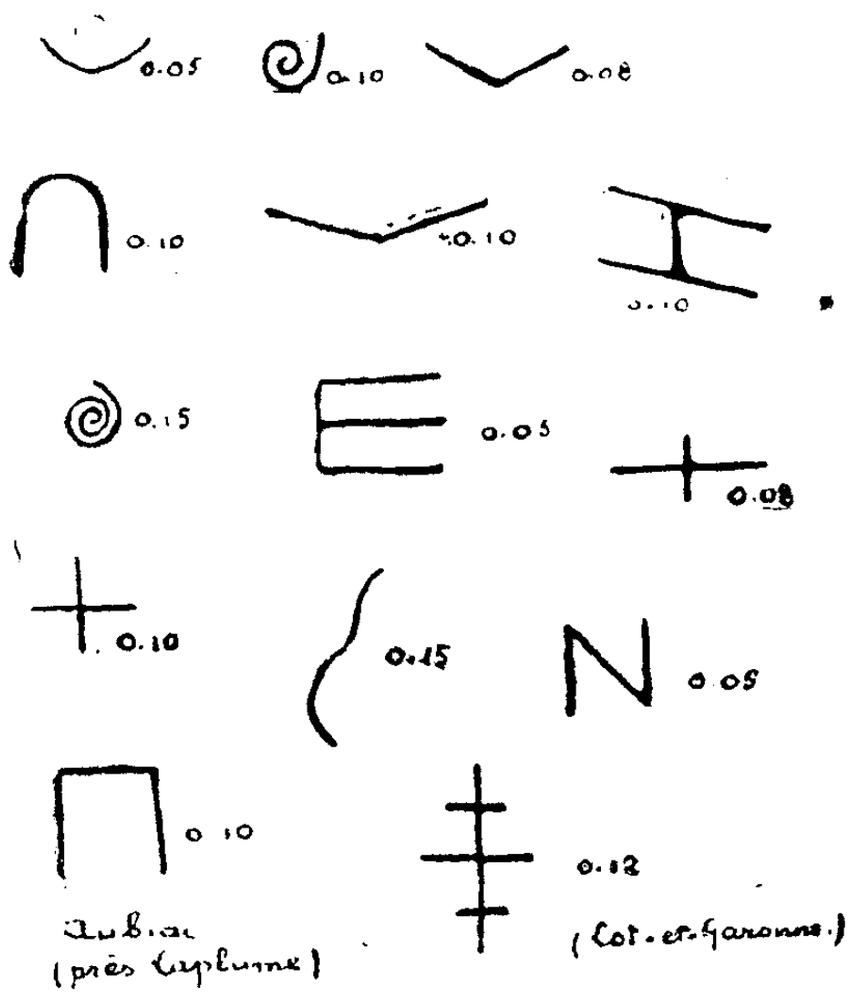


Fig. 15. — Aubiac près Laplume (Lot-et-Garonne).
Eglise romane, abside; intérieur et extérieur.

l'on serait tenté de les attribuer à des moines bâtisseurs. Les ensembles de lettres de Daubèze et de Préchac en Gironde, de St-Savin (Hautes-Pyrénées), du Mas d'Aire et de la crypte de Ste-Quitterie (Landes), sont de tous points remarquables. A Lucq-de-Béarn (Basses-Pyrénées), on

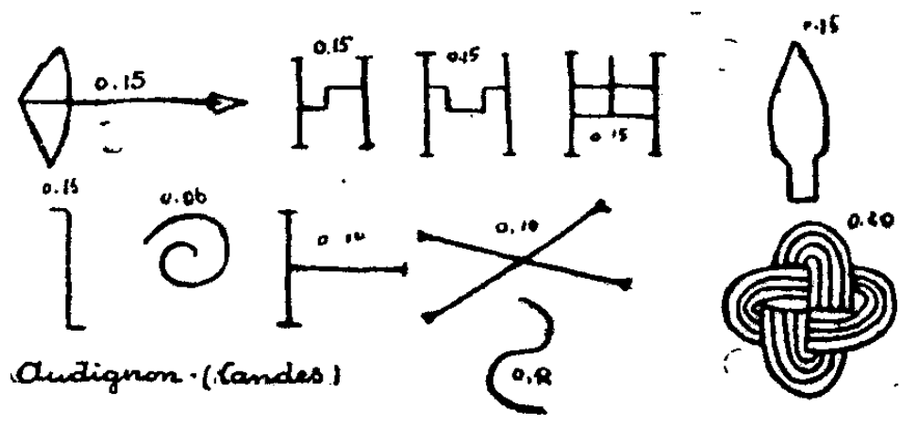


Fig. 16. — Audignon (Landes).
Eglise du x^e^ au xii^e^ siècle.

dirait de véritables lettrines détachées d'un missel. De la lettre A, nous avons relevé 17 types avec autant de variantes ; du B, 9 ; du P, 12 ; de l'S, 27 et aussi avec des variantes ; du T, 10 ; du V, 7 ; du Z, 11. Les autres lettres sont moins fréquentes.

De telles et frappantes analogies existent entre les lettres des tâcherons et celles en filigrane des maîtres fabricants de papier que nous en avons tenté le rapprochement. C'est ainsi que les B de St-Jean-Pied-de-Port, de Vic-Fezensac, de St-Savin, sont du type du n° 7961 de Briquet, daté de 1299 ; que le B de Trie-sur-Baïse (église datée de 1449), répond au n° 7987, filigrane de 1466 ; que l'S d'Audignon s'apparente étroitement au n° 9002 de Briquet, qui est de 1294. Des G en faucille tels que ceux du Mas d'Agenais, de Vic-Fezensac, d'Audignon correspondent à la série de filigranes allant du n° 8176 à 8187 et de l'année 1299 et 1344. Mêmes

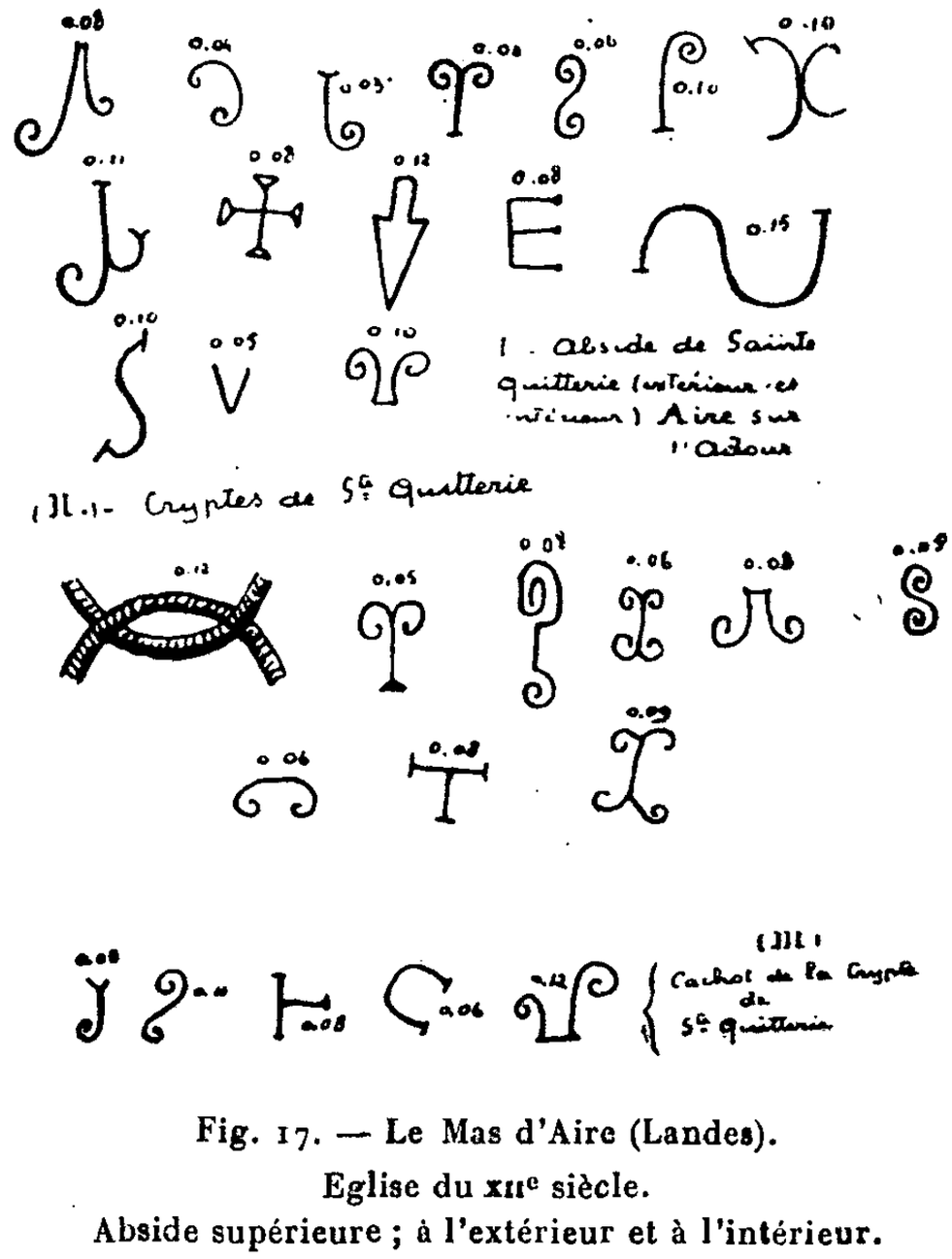


Fig. 17. — Le Mas d'Aire (Landes).
Eglise du xii^e^ siècle.
Abside supérieure ; à l'extérieur et à l'intérieur.

rapprochements à faire pour les marques à la *croix* qui sont aussi variées en filigranes qu'en sigles de tâcherons. De ces croix, nous avons relevé 10 types bien tranchés : croix grecque, croix latine, croix pommetée, croix sur piédestaux triangulaires ou carrés, etc.

Par contre, nous avons enregistré des décalages de dates déconcertants. Nos A de tâcherons du xii^e^ siècle, sommés à leur pointe d'une barre transversale, rentrent dans le groupe des filigranes de Briquet du n° 7919 à 7922 qui va de 1503 à 1515 ! Un superbe B de l'église de Beauchalot (fin xiii^e^ siècle), s'identifie à un filigrane n° 7998 daté de 1470-1474.

En approfondissant davantage ces comparaisons ou bien l'on sera conduit à les écarter, ou, au contraire, à y trouver, sinon une preuve, tout au moins une présomption que tel monument avait été trop vieilli et tel autre trop rajeuni, ou encore que les filigraneurs ont con-

servé plus longtemps que les tâcherons certains types de lettres anciennes parce que plus décoratives. Mais le rapprochement restera intéressant toutes les fois qu'il y aura concordance de dates ou que l'écart entre elles ne sera pas excessif.

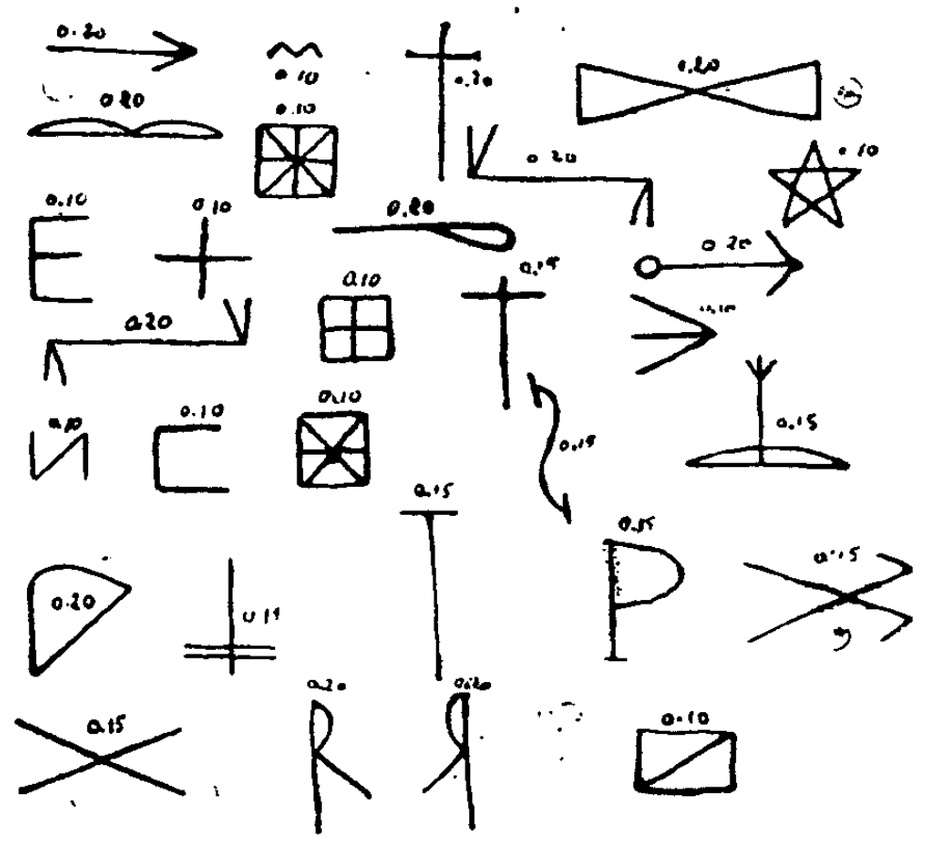


Fig. 18. — Abbaye de Flaran du XII^e siècle près de Valence-sur-Baise (Gers).

Après les *lettres* et les *croix*, ce sont les *volutes* simples ou doubles, et surtout les *figures géométriques* qui dominent sur les parements des édifices du Sud-Ouest.

Mais il arrive souvent que nos tâcherons se sont piqués de fantaisie avec des marques plus compliquées où, de temps à autre, s'affirme même une prétention artistique. C'est ainsi que nous avons relevé : l'*ancre* (abbaye de Flaran,

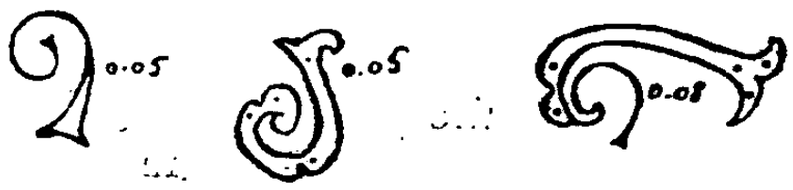


Fig. 19. — Luc de Barn (Basses-Pyrénées).

Gers ; Dampierre-sur-Boutonne, Charente-Inférieure); l'*arc bandé* avec sa flèche (Audignon, Landes) et, non bandé à Flaran ; le *cœur* (Laplume, Lot-et-Garonne) ; la *cordelière* simple (Cesseras, Hérault), double et croisée (crypte de Ste-Quitterie au Mas d'Aire) ; l'*entrelacs* (Audignon, Landes), pierre carolingienne fort probablement remployée au XII^e siècle ; l'*étoile* (Flaran ; Marciac, Gers ; St-Jean-Pied-de-Port ; St-Gilles-de-Montgaillard, Landes) ; la *pointe de carreau* (Bordeaux : basilique de Saint-Seurin ; St-Sever-sur-Adour ; Bostens, Landes ; château de la Benauge, à Arbis, Gironde ; le Mas d'Aire ; Audignon) ; le *carré* avec ses multiples combinaisons (Frontenac, Gironde ; St-Gilles-de-Montgaillard, Flaran) ; la *pointe de flèche* (Vic-Fezensac ; Arbis ; Soussac, Gironde ; St-Jean-Pied-de-Port ; Sigogne, Charente ; St-Sever) ; les *fléaux* (Flaran ; Aulnay-de-Saintonge et Saint-Mandé, Charente-Inférieure) ; la *flèche bipenne*, du type des bipennes de Cnossos (Mas d'Agenais) ; des *oiseaux* (St-Sever ; Clermont-Dessous, Lot-et-Garonne ; Vertheuil, Gironde) ; des *rosaces* (Mourens, Gironde ; St-Gilles-de-Montgaillard) ; la *tête humaine* (Cesseras ; St-Sever) ; un *demi-soleil*, sans doute un cadran solaire (St-Gilles-de-Montgaillard) ; un *poisson* (*ibidem*) ; le *marteau* (Montréal, Gers ; Doazit, Landes ; Saint-Sever) ; la *bêche* (La Plume) ; la *hâche d'armes* (St-Sever) ; un superbe *chien*, grignotant un os, de o m. 30, à l'église de Vianne (XII^e siècle, Lot-et-Garonne).

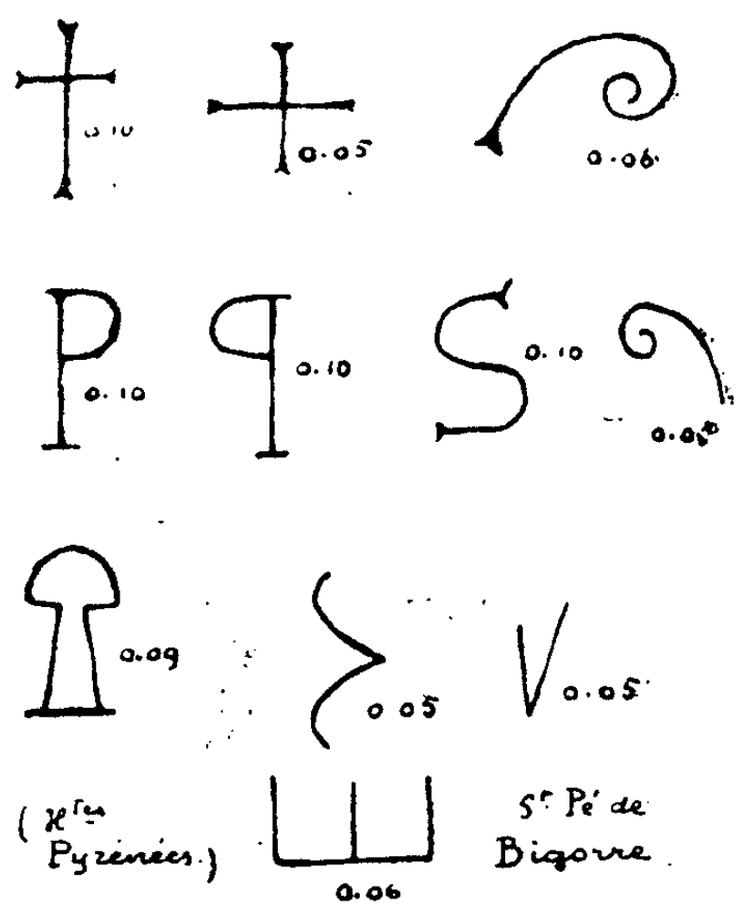


Fig. 20. — Saint-Pé de Bigorre (Hautes-Pyrénées). Eglise du XII^e siècle, remaniée.

Bien curieuse est cette marque de St-Romain-de-Vignague (Gironde), où le tâcheron a gravé en creux et en relief la moitié inférieure d'une jambe en position de repli, une sorte d'ex-voto en souvenir d'un accident du travail, d'une chûte de l'échafaudage dont il aurait heureusement guéri.

D'autres signes d'un genre différent, qui sont des *chiffres romains*, de facture grêle et allongée : I, II, III, IIII, V, VI, VII, etc., ne sont plus des marques de tâcherons à proprement parler, mais des marques d'appareil. Nous ne les avons relevées que sur des édifices du XIII^e et du XIV^e *siècles* [St-Brice, (Gironde), XIII^e et XIV^e ; Espiet, (Gironde), église romane remaniée au XIII^e ; collégiale d'Uzeste, du XIV^e ; Carignan, (Gironde), exceptionnellement sur une abside de la fin du XII^e siècle.

Dans les substructions de l'église de Montca-

ret (Dordogne), réédifiée au XII^e^ siècle sur le plan d'une église carolingienne, laquelle à son tour reposait sur un vaste et superbe édifice gallo-romain dont les Thermes et les mosaïques sont remis au jour, nous avons observé quantité de pierres de petit appareil (0 m. 10 sur 0 m. 20), avec layages en arête de poisson.

La dimension des marques varie extrêmement et sur les mêmes édifices, allant de 0,04 à 0,25 ; les mensurations dominantes sont celles de 0,05, 0,10 et 0,15.

Les ensembles les plus importants, en nombre de types différents, en dehors de St-Sever-sur-Adour, sont : l'abbaye de Flaran (Gers), 30 ; le Mas d'Aire, 29 ; Mourens (Gironde), 24 ; Saint-Gilles-de-Montgaillard (Landes), 23 ; l'abbaye de la Sauve-Majeure (Gironde), 21 ; Aulnay de Saintonge (Charente-Inférieure) et Saint-Romain de Vignague (Gironde), 19 ; Moissac (Tarn-et-Garonne), 17 ; Aubiac et Marciac, 14 ; Lavergne, Villefranche-du-Queyran (Lot-et-Garonne) ; Frontenac (Gironde), 13 ; St-Pierre-de-Buzet (Lot-et-Garonne), 12 ; St-Pé-de-Bigorre, Préchac (Gironde) ; Audignon (Landes), 11.

C'est ainsi qu'avec mon excellent collaborateur, M. J. Dubois, qui parcourt inlassablement notre Sud-Ouest, nous avons relevé, mesuré, dessiné et dressé un Catalogue de 568 marques sur 74 édifices étudiés dans douze départements de la région, Il nous en reste encore beaucoup à visiter.

Qu'il nous suffise d'indiquer à tous ceux que l'étude des *marques de tâcherons* finira par intéresser, que leur attention doit de plus en plus se porter sur les vieilles églises et les oratoires de nos campagnes. D'agréables surprises leur y sont réservées. Maintenant que la matière fournie par nos insignes cathédrales, basiliques et abbayes semble épuisée, il y aura grand profit encore à se rapprocher de ces modestes sanctuaires dont beaucoup sont d'une très haute antiquité (1).

(1) On ne peut que savoir gré à M. Marcel Aubert de l'intérêt signalé qu'il a porté à cette question au cours des séances du dernier Congrès des Sociétés savantes à Toulouse et des encouragements qu'il a bien voulu nous donner. Nul n'est mieux qualifié que lui comme Directeur de la Société française d'archéologie pour stimuler en ce sens le zèle des travailleurs en province.

EMPLOI DE L'HUILE LOURDE EN AVIATION

par Gaston PESCE

Ingénieur des Arts et Manufactures

L'emploi de l'huile lourde, comme combustible, dans les moteurs à grande vitesse et, plus spécialement, dans les moteurs d'aéronautique, avait, depuis environ une dizaine d'années, appelé l'attention des hommes compétents. Le grand succès des moteurs Diesel dans l'industrie et successivement dans la navigation maritime, conduisit naturellement à en étudier l'application à la navigation aérienne. Dans ce cas les difficultés étaient grandes et elles ne purent être surmontées que lorsque le Diesel de l'origine a pu être transformé, et même avec succès, par le système à injection.

On sait que l'idée fondamentale du cycle Diesel, tel qu'il a été créé par le célèbre inventeur allemand, était basée sur la combustion graduelle, se prolongeant sur une certaine longueur de la course motrice, à laquelle succédait ensuite, jusqu'à la fin de la course, la phase de l'expansion. Cela ne pouvait être obtenu qu'en injectant le combustible liquide à travers des pulvérisateurs *ad hoc*, au moyen d'air comprimé à haute pression. La dilution du combustible dans cet air comprimé, si elle permettait d'en graduer l'introduction dans le cylindre, et, par suite, de réaliser le principe caractéristique de la combustion graduelle du Diesel, elle obligeait à recourir à une complication nécessaire dans le moteur, par l'adjonction de compresseurs d'air capables d'en élever la pression jusqu'à 60-70 atmosphères. Ce ne fut que lorsqu'on introduisit dans les moteurs Diesel l'injection directe du combustible, sans le secours de l'air comprimé (ce que les Anglais appellent « solid injection ») que la possibilité d'employer le Diesel dans l'aviation est devenue manifeste.

L'injection directe simplifie considérablement la structure du Diesel fournissant la possibilité d'éviter des complications mécaniques et d'éliminer des organes de fonctionnement difficile, mais elle permet, en outre, d'obtenir un rendement technique bien supérieur à celui des Diesel originaux, à tel point que la consommation du combustible est descendue de 12 à 17 0/0. Toutefois une difficulté surgit, celle de la transformation du cycle de manière à avoir un cycle à explosion, ou tout au moins un cycle mixte

à explosion et à combustion graduelle, et, par suite, des pressions élevées, supérieures à celles du cycle Diesel original et comme conséquence la nécessité de plus fortes épaisseurs des divers organes. Dès ce moment on entrevoit la possibilté d'introduire, d'une manière stable, le Diesel dans la navigation aérienne.

De quelque côté que l'on considère les conditions d'emploi d'un moteur à combustion en aviation, il est aisé de voir que le moteur à huile lourde, à injection directe, les satisfait avec une évidente supériorité, sur tous les autres systèmes. A savoir :

1. — Poids d'huile lourde consommée par cheval, notablement inférieur à celui de la benzine, d'où moindre quantité nécessaire pour le refourniment, ou bien, à refourniment égal, un plus grand rayon d'action. Cela est rendu évident par le fait que d'une consommation de 240 grammes de benzine par cheval-heure on descend à 180 grammes avec une diminution de 25 o/o.

2. — Coût du combustible extrêmement réduit, car le prix de l'huile lourde n'est en Italie que le huitième environ de celui de la benzine et en France la moitié. Pour l'aviation civile, comme pour l'aviation militaire, cela constitue une énorme économie pour le budget aéronautique qui se trouve ainsi considérablement réduit. Le prix du combustible pèse sur le budget des exploitations des lignes aériennes dans une mesure si onéreuse qu'elles ne pourraient vivre sans de larges subventions gouvernementales.

3. — Simplification considérable des moteurs, par suite de la suppression des carburateurs et de tous les moyens d'allumage électrique, et par suite pas de pannes à craindre.

4. — Mais le plus grand avantage, qui domine tous les autres, est celui de l'entière sécurité contre le danger d'incendie à bord, soit en vol, soit dans les atterrissages forcés ou non.

On sait, depuis longtemps, que la présence à bord de la benzine, liquide excessivement inflammable, constitue un très grand danger permanent. Les fréquents retours de flamme des carburateurs sont une cause imprévue d'incendies en vol ; et l'isolement du moteur, de la cabine du pilote et des passagers, grâce à des parois incombustibles, ni l'emploi des extincteurs ne sont pas toujours suffisants pour les empêcher de se produire. Bien que les progrès réalisés dans la construction des appareils et des moteurs aient considérablement diminué les incidents de vol, toutefois, la conséquence immédiate de ces incidents, même ceux qui, par eux-mêmes, ne produiraient pas des conséquences fatales, est, presque dans tous les cas, l'incendie qui détruit l'appareil et carbonise les passagers.

L'élimination d'un aussi grave danger aura certainement une heureuse influence sur le développement de l'aviation militaire et civile.

L'emploi de l'huile lourde, de quelque côté qu'on le considère : économie, technique de sécurité, est destiné à donner une énorme impulsion à l'aviation pour toutes ses applications, et l'on comprend comment, depuis que cet emploi a paru, non seulement possible mais encore certain, on ait cherché à réaliser l'idéal du moteur d'aviation à huile *lourde*. Il est intéressant d'examiner ce qui a été fait, jusqu'à présent, dans ce sens et quels sont les résultats obtenus.

Il est évident qu'un des côtés essentiels du problème réside dans le système de pulvérisation directe du combustible.

Il y a deux méthodes suivies et appliquées pratiquement. Celle des chambres dites de précombustion et celle des pompes d'injection qui chassent le combustible liquide à travers des orifices capillaires de pulvérisation.

La chambre de précombustion est constituée par une petite capsule, variant d'après les constructeurs, fixée sur la tête des cylindres et communiquant avec leur intérieur à travers de petits orifices. Le liquide combustible y est introduit à l'aide d'une pompe, dans la mesure voulue pour chaque cylindrée. L'air comprimé par le piston et fortement échauffé par la compression, pénètre à l'intérieur de la capsule, achève la vaporisation de la partie volatile du combustible et en produit l'explosion, déterminant ainsi, à l'intérieur de la capsule, une pression supérieure à celle de la plus grande compression intérieure du cylindre, de telle sorte que le combustible est projeté à l'intérieur du cylindre sous forme de pulvérisation complète et s'y enflamme. On a beaucoup de ces types de chambres, qui ont du reste toutes une même origine, celle du moteur Brons : citons à titre d'exemple les types Benz, Deutz, Kœrting, etc.

Ce système ne peut être convenablement appliqué qu'à des moteurs à V dont les axes des cylindres soient peu inclinés sur la verticale et à des moteurs avec des cylindres en ligne verticaux. Il ne serait pas applicable aux moteurs radiaux, constituant une catégorie très importante pour l'aviation, ni aux moteurs invertis.

L'autre méthode est celle des pompes d'injection et des pulvérisateurs mécaniques appliqués sur la tête des cylindres. Ici la pulvérisation dans le cylindre est obtenue en chassant le liquide combustible en quantité dosée nécessaire, à travers des orifices capillaires d'où le liquide sort sous forme de brouillard. C'est précisément dans cet état de brouillard qu'il pénètre dans la chambre de combustion, où, au contact de l'air chaud comprimé, il s'enflamme et imprime le mouvement initial de la phase motrice.

Ces pompes nécessitent, pour la pression éle-

vée à laquelle elles doivent fonctionner, une construction très soignée. Leurs types diffèrent suivant la manière par laquelle on obtient la variation de la portée, variation nécessaire pour que la pompe puisse s'adapter aux divers régimes du moteur. Le système d'injection, au moyen de pompes, s'adapte à n'importe quel type de moteur, et, par suite aussi, aux moteurs radiaux. La pompe est du reste, par elle-même, un mécanisme très simple et d'un fonctionnement assuré. Son application, sauf dans des cas spéciaux, comporte un nombre de pompes égal au nombre des cylindres. Elles se prêtent même dans l'emploi des huiles les plus denses, ce qui n'a pas lieu pour le cas précédent, où, la nécessité de produire une vaporisation partielle dans la chambre qui précède le cylindre, impose l'emploi d'huiles moins denses.

Une réforme aussi radicale et d'aussi grande importance technique et économique, ne pouvait être accueillie que graduellement. Les premiers essais d'emploi de l'huile lourde en aviation remontent à environ une dizaine d'années. Mais il ne s'agissait alors que de simples études ou tentatives qui furent accueillies avec un grand scepticisme.

La benzine était, et devait être dans l'esprit du plus grand nombre, le seul combustible liquide à employer en vol. Le premier moteur qui eut une véritable application pratique a été le moteur radial de l'Américain Packard, à quatre temps et remonte à environ quatre ans. Cet exemple, couronné de succès, attira l'attention des savants et des industriels. Depuis lors, il y eut une nombreuse série d'expériences de la part des plus célèbres constructeurs de moteurs d'aviation à grande vitesse du monde entier et commencèrent les essais répétés pour obtenir un moteur apte au service pratique.

On eut ainsi, outre le moteur américain Packard et le moteur allemand Junker, le moteur italien Fiat et le moteur français Clerget ; ce dernier à quatre temps, comme le Packard, et de construction très récente. Mais l'activité des ateliers de construction mécanique du monde ne s'arrête pas là. Dans la prévision de l'immanquable substitution, du moteur à huile lourde à tous les moteurs à benzine, ils se préparent à leur évolution industrielle dans cet ordre d'idées.

Tous les moteurs construits et à l'étude, à l'exception du Junker, sont des moteurs à quatre temps. Ils réalisent, par rapport aux moteurs à benzine ordinaires, une considérable simplification, grâce à la suppression des carburateurs, des magnétos et des organes d'inflammation qui en dépendent ; mais ils conservent la distribution et les soupapes ; la distribution est même devenue plus compliquée par le fait qu'aux soupapes ordinaires, souvent redoublées, pour assurer le remplissage des cylindres et leur vidange, on a ajouté, à chaque cylindre, la soupape de pulvérisation et celle de mise en marche.

Mais les constructions exécutées ont mis en évidence un point faible du moteur à huile lourde. Le moteur devant fonctionner à une pression très élevée, qui est presque le double de celle qui existe dans le moteur à benzine, et devant assurer à la construction le degré nécessaire de sécurité, en admettant que dans les deux types de moteurs on emploie les matérieux les plus convenables et les plus parfaits, il est naturel que le poids du moteur à huile lourde résulte, à égalité de puissance, plus élevé que celui du moteur à benzine. Ainsi, tandis que le moteur à benzine de la puissance de 200 C. V. a, en moyenne, un poids par cheval qui varie de 950 gr. à un kilo, ceux de 300 à 400 C.V. ont un poids variant de 800 à 850 gr. et ceux d'une puissance supérieure un poids encore plus réduit, les moteurs à huile lourde de Packard et celui de Junker, de la puissance de 200 et 300 C.V. ont un poids de 1 kgr. 50 par C.V. et celui de la Fiat, de puissance presque égale, a un poids de 2 kgr. 10 par C.V.

On affirme que ces poids ont été réduits jusqu'à 1 kgr. 35 et 1 kgr. 45 ; mais, en vérité, il est difficile de connaître exactement la réelle réduction et la véracité de ces assertions. Naturellement, il s'agit ici de données qui correspondent à des moteurs en service normal et non des poids de moteurs spéciaux tels que ceux qui appartiennent aux types Coupe Schneider, dans lesquels, pour obtenir l'extrême légèreté, les sollicitations unitaires sont assez élevées, et l'on ne tient pas compte de considérations essentielles qui concernent un service prolongé.

Cette infériorité — que l'on peut dire unique — du moteur à huile lourde par rapport au moteur à benzine, dépend de la nature même du mécanisme et ne pourra être facilement éliminée en conservant le type à quatre temps. La différence de poids unitaire peut être partiellement compensée par le poids moindre du refourniment en combustible, s'il s'agit de voyages aériens de parcours notable.

Pour certaines applications à la navigation aérienne, l'augmentation du poids unitaire n'a pas une influence sensible, comme par exemple pour les dirigeables où ils ont donné d'excellents résultats. Tels les moteurs à huile lourde Maybach du poids de 1 kgr. 60 par C.V. Mais, en aviation la question du poids a, au contraire, une plus grande influence et si, jusqu'à présent, malgré les grands avantages que nous avons signalés, les grands établissements de construction n'ont pu donner à leur moteur une plus grande impulsion, c'est par suite de cet inconvénient. Il est probable que les perfectionnements continuels introduits dans les matières premières, dans le dessin du moteur et

dans ses différents organes, permettront d'améliorer les conditions du nouveau moteur ; mais, comme le moteur à benzine pourra également bénéficier de ces avantages, la différence de poids entre les deux types de moteur se maintiendra toujours dans les mêmes proportions.

Ce problème a fait l'objet de grandes recherches de la part de l'ingénieur italien Garuffa et le résultat de ses études a été que la solution du problème du poids unitaire ne pouvait être obtenue que par l'application du cycle à deux temps au moteur à huile lourde pour l'aviation.

A la même conclusion était arrivé, en même temps, l'allemand Junker de Dessau. Il proposa d'appliquer aux moteurs d'aviation son système, déjà appliqué dans les installations fixes, en composant le moteur d'un nombre convenable de cylindres, chacun pourvu de deux pistons opposés l'un à l'autre et agissant, alternativement, en sens contraire. Cette disposition qui pouvait apporter quelques améliorations au moteur offrait, toutefois, quelques inconvénients qui peuvent être résumés comme ci-après :

1° Le système ne pouvait être appliqué au moteur radial ;

2° Le moteur aurait eu une forme trop allongée, dans le sens vertical, de telle sorte qu'il n'aurait pu être contenu dans les enveloppes de forme ordinaire et aurait offert de grandes résistances passives à la pénétration dans l'air ;

3° L'avantage du poids unitaire, par rapport au moteur à quatre temps à huile lourde, devenait négligeable par suite des dispositions mécaniques inhérentes à la réalisation du cycle (cylindres très allongés, double arbre moteur, etc.). En réalité, le moteur Junker pèse autant que les autres moteurs à quatre temps à huile lourde.

Plus logique sous tous les aspects et tel à donner un moteur à huile lourde plus léger que les moteurs à benzine eux-mêmes et en même temps résistant et sûr, est le moteur Garuffa à huile lourde à deux temps par suite de la suppression complète des organes les plus délicats, et leur simplification. En l'état actuel des choses il peut être considéré comme le moteur le plus indiqué pour introduire d'une manière stable, dans l'aviation, l'emploi de l'huile lourde. Son aspect d'ensemble est le même que celui des moteurs ordinaires à benzine ; tous les inconvénients rencontrés dans le cycle à deux temps sont éliminés grâce à une disposition excessivement simple ; la distribution s'effectue sans carburateur, sans soupapes, sans bougies et, par suite, sans magnétos, donnant à tout l'ensemble un caractère de grande simplicité qu'aucun autre moteur n'a pu réaliser à ce jour. Non seulement ce moteur possède tous les avantages dus à l'huile lourde et au cycle à deux temps, mais encore celui du poids unitaire qui est inférieur à un kilo. L'expérience a en effet démontré que, tout compris, un moteur Diesel radial à huile lourde à deux temps, pour l'aviation, de 200 C.V. avait un poids d'environ 175 kilos, ce qui correspond au poids de 875 grammes par C.V.

L'infériorité, quant au poids du moteur à cycle Diesel, par rapport aux moteurs à benzine, se trouve donc complètement éliminée.

Pour conclure, le nouveau système semble être le type définitif, tant au point de vue mécanique qu'à celui économique, destiné à supplanter tous les autres moteurs d'aviation, en fournissant dix modèles, de 100 à 1.000 C.V. dont cinq du type radial allant de 100 à 500 C. V. et cinq du type en ligne allant de 500 à 1.000 C.V.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Désintégration artificielle de quelques éléments. — En 1919, Rutherford établissait pour la première fois que les particules α de grande vitesse sont capables de désintégrer les noyaux d'un certain nombre d'éléments : bore, azote, fluor, sodium, aluminium et phosphore, en donnant naissance à des protons dont l'existence était constatée par les scintillations qu'ils provoquent. Les éléments légers, tels que : hélium, lithium, béryllium, carbone et oxygène, étudiés dans les mêmes conditions, n'avaient fourni aucun résultat positif. Rutherford concluait que les éléments appartenant aux séries dont les poids atomiques étaient représentés par $4n+3$ ou $4n+2$, où n désigne un nombre entier, se désintégrent par l'action des particules α, tandis que les éléments dont le poids atomique est un multiple entier de 4 n'éprouvent aucune désintégration.

Or, G. Kirsch et H. Pettersson, dans des expériences effectuées à Vienne, en observant les particules de désintégration libérées dans une direction faisant un angle supérieur à 90° avec la direction du rayon incident, ont, par la suite, été amenés à conclure que tous les éléments légers ayant un poids atomique multiple de 4, et notamment le carbone, l'oxygène, le soufre, sont désintégrables sous l'action du rayonnement α; seul l'hélium ferait exception.

A la suite des expériences de Kirsch et Pettersson, Rutherford et Chadwick ont fait une nouvelle série d'essais

de désintégration, en observant les rayons H émis à 90° de la direction des rayons α incidents, et reconnu que le néon, le magnésium, le lithium, le soufre, le chlore, l'azote et le potassium sont effectivement désintégrables par les particules α ; mais ils n'ont constaté aucune désintégration pour le carbone et l'oxygène, ce qui permettrait de supposer que les éléments dont le poids atomique est un multiple de 4 ne sont pas désintégrables. L'exception du soufre pourrait s'interpréter en admettant que la désintégration porte sur les isotopes de cet élément de poids atomiques 33 et 34.

Plus récemment, M. Powlowski (*Journal de Physique et le Radium*, mars 1932) a entrepris des recherches dans le même domaine afin d'élucider les discordances existant entre les résultats de Rutherford et Chadwick d'une part, et ceux de Kirsch et Pettersson d'autre part.

Ses expériences ont été entreprises avec un appareil qui permettait d'observer dans le vide les scintillations des rayons H de désintégration. Les rayons étudiés étaient émis dans une direction faisant un angle de 130° avec les rayons α incidents. Les sources de rayons α étaient constituées par un dépôt de polonium sur des disques de nickel de 3 millimètres de diamètre.

M. Powlowski a ainsi constaté la présence de particules de désintégration pour le carbone, le magnésium, l'aluminium, le silicium et le soufre. Les autres éléments examinés : fer, zinc, argent et plomb se sont montrés réfractaires à la désintégration. Ces recherches confirment donc les résultats de Kirsch et Pettersson relatifs à l'existence de rayons de désintégration de faibles parcours et à la possibilité de désagréger, sous l'action de rayons α, des éléments dont le poids atomique est un multiple de 4.

M. Powlowski conclut : « Le résultat positif des recherches sur la désintégration du carbone et du soufre tient vraisemblablement à ce que les noyaux atomiques de ces éléments ne consistent pas essentiellement en un assemblage de particules α. Il s'ensuit qu'on ne peut pas faire dépendre la désintégration artificielle des éléments d'un caractère bien défini de leur constitution nucléaire. Une émission des protons, sous l'influence d'un agent extérieur, est une propriété générale des éléments. Les résultats négatifs obtenus pour les éléments lourds : fer, zinc, argent et plomb traduisent la résistance que les atomes de ces éléments opposent à l'action des forces extérieures très intenses dont on dispose aujourd'hui. L'énergie de particules α du parcours de 3, 6 cm. n'est probablement pas suffisante pour provoquer la rupture des atomes lourds. »

A. Bc.

Photographie

Les sensibilisateurs photographiques. — Les plaques photographiques ordinaires ne sont guère sensibles qu'à la portion bleue violette du spectre, en sorte que, dans un certain nombre de cas, les clichés obtenus peuvent ne donner de la réalité qu'une idée plus ou moins approximative. Par exemple, un objet jaune qui, pour l'œil semble de couleur très claire, impressionne la plaque ordinaire à la manière d'un objet presque noir.

Ainsi que l'a exposé H. V. Horton au cours d'une récente étude (1), l'incorporation, à l'émulsion photographique, de teintures appropriées, a permis d'étendre considérablement la limite de sensibilité du côté des grandes longueurs d'onde. L'emploi de l'érythrosine, qui sensibilise l'émulsion à la lumière verte, a déjà marqué un grand progrès. Cependant, les plaques « orthochromatiques », à base d'érythrosine, demeurent encore pratiquement insensibles aux longueurs d'onde plus élevées.

Ultérieurement, d'autres teintures ont permis à la sensibilisation de s'étendre jusqu'au rouge et même jusqu'à l'infra-rouge. Les plaques dites « panchromatiques », obtenues par leur emploi, sont alors susceptibles de réagir à la lumière tout le long de l'échelle spectrale. Il importe, bien entendu, que les teintures exercent leur action sensibilisatrice sans compromettre en rien les autres propriétés des émulsions photographiques, en ce qui concerne notamment la rapidité de leur impression et leurs qualités de conservation.

Les teintures sensibilisatrices pour le rouge et pour l'infra-rouge sont aujourd'hui assez nombreuses. La dicyanine a été, au début de ce siècle, l'une des premières utilisées. Parmi les teintures sensibilisatrices les plus courantes, il faut mentionner la kryptocyanine, qui fournit un maximum de sensibilité à 7.500 Å, la néocyanine, qui fournit un maximum de sensibilité à 6.200 Å, et la xénocyanine, qui assure la sensibilité de l'émulsion jusqu'aux longueurs d'onde de l'ordre de 11.000 Å.

La photographie infra-rouge qui a beaucoup accru, comme il va de soi, les possibilités de la spectroscopie, a trouvé diverses autres applications. On l'emploie tout d'abord comme agent d'identification. Deux substances, en effet, tout en semblant pour l'œil de la même couleur, sont susceptibles de se différencier par photographie infra-rouge : la lumière infra-rouge est donc applicable tout comme la lumière ultra-violette, à la détection des contrefaçons. D'un tout autre point de vue, la lumière infra-rouge est particulièrement appropriée à la photographie d'objets éloignés. On sait qu'à partir d'une certaine distance, la netteté des contours diminue du fait de la diffusion de la lumière sur les particules de poussière et d'humidité de l'atmosphère. Or l'effet, qui diminue à mesure que croît la longueur d'onde, devient relativement faible pour l'infra-rouge. Il s'ensuit qu'un objet éloigné, déjà complètement invisible, reste néanmoins photographiable à la lumière infra-rouge, manipulation qu'on réalise aisément au moyen de filtres optiques appropriés.

S. V.

Botanique

Sur la végétation arborescente pour la conservation et la défense de nos montagnes (1). — Lorsqu'on s'achemine vers les hautes régions montagneuses, qu'il s'agisse des Alpes ou des Pyrénées, on est généralement frappé par le contraste qui existe entre l'exubérance de la végétation, qui s'étale dans les parties inférieures, et la stérilité qui règne invariablement au voisinage des sommets élevés. On dirait qu'une ligne inexorable, mathématique, limite la forêt majestueuse à une hauteur déterminée, pour laisser toute la place aux plantes minuscules qui poussent aux confins des glaciers et des neiges éternelles.

On est encore frappé de ce fait que, sur une même montagne, une forêt s'épanouit d'elle-même sur tel versant, et ne peut s'implanter sur tel autre, alors que sol et altitude sont identiques. On est enfin étonné d'apercevoir des bas-fonds, des plateaux, des pelouses immenses, qui sembleraient propices à une végétation luxuriante, et où cependant nul arbre ne montre sa silhouette, alors que le même arbre se régénère éternellement sur des

(1) « Chemistry and Industry », 16 juin 1933.

(1) Communication présentée au 66e Congrès des Sociétés Savantes, à Toulouse, avril 1933.

pentes parfois inaccessibles, et dans des conditions apparemment moins favorables.

Devant ces observations générales et communes à toutes les montagnes, on est amené à se demander si, de tout temps, ces régions élevées eurent des lois de végétation telles que nous les constatons aujourd'hui, ou bien si l'homme et les éléments furent pour quelque chose dans ces anomalies frappantes.

La forêt a-t-elle jamais existé à des altitudes supérieures à celles que nous observons actuellement ? A-t-elle occupé les territoires que notre raisonnement voudrait bien lui assigner ? Les pâturages étaient-ils plus condensés et moins dévastés que de nos jours ? Enfin l'homme peut-il envisager un effort rationnel pour meubler de végétaux appropriés ces immenses lacunes ? — Voilà le problème inquiétant qui préoccupe les fervents de la nature, et plus particulièrement les Ligues modernes pour la conservation et la défense de nos montagnes.

De prime abord, on peut écarter toute considération sur les tentatives possibles pour résoudre ces questions en ce qui concerne les altitudes inférieures à 1.800 mètres. Cette zone est, pour ainsi dire, le domaine courant de la végétation forestière et la question se trouve, pour elle, complètement résolue, sauf pour certains habitats dont il sera fait mention plus loin.

La première difficulté consiste dans la limitation des sapinières à 1.800 mètres environ, en prenant les Alpes et les Pyrénées Centrales pour exemple, et en tenant compte que, sous des climats plus chauds, cette altitude peut être sensiblement augmentée. Le sapin, en effet, contrairement à d'autres végétaux, semble obéir partout à une loi inflexible, relative à l'altitude, et indépendante du milieu où il végète. On voit souvent de superbes pâturages, de vastes plateaux, dont le sol est identique à celui de la forêt, qui surplombent la ligne fatidique, sans que la forêt elle-même fasse jamais un mouvement ascensionnel. Or, le hasard seul aurait dû faire pousser dans de pareils terrains, au moins des groupes de sapins erratiques qui, à eux seuls, suffiraient à démontrer la possibilité d'existence de l'arbre dans ces parages élevés.

Non seulement la sapinière, mais aussi la forêt massive, compacte, composée d'autres espèces, disparaît généralement à l'altitude de 1.800 mètres. Cependant nous devons remarquer qu'à l'état isolé nous trouvons encore, d'une façon constante, le Bouleau, l'Epicea, le Mélèze, jusqu'à 2.000 et même 2.200 mètres ; tandis que les deux Pins Cembro et Montana montent jusqu'à 2.600 mètres.

Cette observation importante semble résoudre le grand problème de l'altitude et démontrer, par l'expérience, que la forêt, avec les éléments épars que nous venons de citer, peut franchir, dans certaines conditions, la ligne de 1.800 mètres. La logique semblerait même indiquer que la limite de la sapinière devrait s'élever naturellement, si on pouvait l'attirer par des rideaux supérieurs de Bouleaux, Epiceas, Mélèzes, jusqu'à 2.200 mètres ; et, de même, on pourrait attirer ces dernières espèces de la même façon vers la région des Pins qui poussent à 2.600 mètres ; enfin ces derniers, par l'effet de la condensation végétale inférieure, devraient pouvoir être reportés à quelques centaines de mètres plus haut.

Cette théorie de la végétation en altitude, reposant sur des faits constants, comporte toutefois des réserves qu'il est prudent de signaler, afin d'expliquer la rareté des arbres sur les hauts sommets. En effet, si le Bouleau, par exemple, végète au-dessus de la sapinière, il ne s'en suit pas qu'on puisse généraliser son emploi et décréter arbitrairement, pour cette espèce, l'établissement d'une ceinture végétale dépassant de 400 mètres environ la ligne sapinière. Tout le monde sait qu'à cette altitude commence le drame géologique des montagnes avec tous ses bouleversements atmosphériques. Si les Bouleaux apparaissent çà et là à de telles hauteurs, ce n'est que dans des lieux abrités où ils peuvent défier l'avalanche, le bétail, certaines crises estivales de l'atmosphère, etc...

Il en est de même du Pin Cembro, pour les Alpes, et du Pin de Montagne, pour les Pyrénées, qui eux, plus hardis, plus endurants, s'échelonnent jusqu'à 2.600 mètres et se placent souvent dans les situations les plus périlleuses en apparence, où rien n'explique leur existence, mais où ils sont à l'abri des éléments destructeurs qui peuvent les terrasser.

Les habitués de la haute montagne voient constamment ces Pins plantés sur certains rochers isolés au milieu des nevés, ou bien sur des crêtes abruptes, ou encore sur des pentes escarpées qu'ils dominent ; mais ils sont alors, comme le Bouleau que nous venons de citer, dans des situations particulières, qui peuvent les soustraire au fléau des terribles tourmentes, lorsque les neiges balaient tout sur leur passage. En été, la vision de ces Pins paraît étrange, et l'on reste perplexe en voyant ces arbres choisir de préférence des habitats souvent inaccessibles, des sols appauvris ou presque absents, de véritables ruines rocheuses à l'encontre de toutes les règles admises en culture, alors que dans les alentours immédiats on découvre des terres fertiles, de l'humus abondant, des sites prédisposés pour la croissance de forêts magnifiques. Cette opposition paraît, à première vue, vraiment paradoxale, pour quiconque est initié aux choses culturales ; il y a sans doute des causes de stérilité particulière dans ces endroits qui semblent offrir à la croisance des végétaux les meilleures conditions possibles.

Or, si nous faisons avec soin l'examen topographique, nous découvrons que toutes ces surfaces désertes sont plus ou moins tributaires de l'avalanche, qui fauche tout sur son passage, et qui du reste ne permet jamais à un arbre de s'implanter sur sa route coutumière. Dans le bas-fond, si calme en été, c'est l'amoncellement des neiges, l'écrasement irrésistible ; sur la pente, c'est la chûte impitoyable, qui emporte tout, même les rochers ; sur la crête, c'est encore la rafale aiguë, mais aérienne seulement, de sorte que là le salut est possible pour l'arbre égaré à travers ces tourmentes des hautes altitudes. Il est encore à remarquer, pour le Pin en particulier, que dans les régions les plus désolées et les plus élevées des Pyrénées Centrales, l'arbre s'installe de préférence sur les sols siliceux granitiques.

En présence de ces observations, on peut conclure qu'il n'y a à résoudre, en somme, qu'une question d'habitat pour établir des lambeaux importants de la forêt jusqu'à 2.600 mètres ; il suffit de copier rigoureusement les exemples que le hasard place sous nos yeux. L'agglomération végétale, à elle seule, vers la zone de 1.800 mètres, devrait suffire théoriquement à surélever l'altitude normale de la forêt, telle qu'elle nous apparaît actuellement dans les Alpes et les Pyrénées.

Par conséquent, en laissant de côté la zone inférigure à 1.800 mètres, nous concluons, en nous basant sur l'expérience, que seuls le Bouleau, l'Epicea, le Mélèze supportent des altitudes comprises entre 1.800 et 2.200 mètres ; pourvu que l'on choisisse convenablement leurs emplacements, on peut les planter avec succès au-dessus de la ligne sapinière, au besoin faire remonter en leur compagnie certains éléments de cette ligne. Quant au

Pin, on pourra également le distribuer avec sécurité jusqu'à 2.600 mètres.

Il s'agit donc, en résumé, d'une question de topographie et de géologie, et non d'une question culturale à la portée de tous. Le praticien consciencieux, qui tentera le reboisement méthodique des hautes régions, devra avant tout faire un examen topographique des lieux, tenir compte des orientations et des altitudes, discerner les sols granitiques ou calcaires, étudier la nature des terrains, leur stabilité, leur degré d'humidité et de sécheresse.

N. B. — Les considérations générales, qui font l'objet de cette note, sont extraites d'une étude entreprise au cours de voyages dans les Alpes et les Pyrénées, par M. G. Bonnier, Membre de l'Institut, avec la collaboration de Joseph Bouget, botaniste de l'Observatoire du Pic du Midi. La disparition du regretté Maître a laissé en suspens la publication des résultats de cette étude ; qu'il soit permis à son modeste collaborateur de présenter ces quelques lignes, que le Maître disparu eût exposées avec plus d'autorité et de clarté.

J. Bouget,
Botaniste de l'Observatoire
du Pic du Midi.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

La crise de l'armement français. — La marine marchande française est actuellement aux prises avec les difficultés économiques les plus graves et sa situation s'empire de jour en jour. Dans une note, parue dans cette *Revue*, le 10 décembre dernier, j'ai montré les conséquences de la crise mondiale dans le domaine plus particulier des constructions navales ; mais il est bien évident que la situation de cette branche si importante de notre industrie métallurgique se trouve elle-même dans la dépendance immédiate de celle de l'industrie des armements. Or, le Comité central des Armateurs de France, conscient de l'imminence du péril, a jugé de son devoir de mettre directement l'opinion au courant de la gravité de la situation, avant que celle-ci n'ait engendré les ultimes conséquences qui auraient pour résultat de compromettre irrémédiablement l'existence de l'armement français. Le Comité a publié, à cet effet, en décembre 1932, une brochure à la fois très documentée et d'une netteté de rédaction parfaite, qui fait ressortir en vive lumière les termes essentiels de la question. Il serait grandement désirable que ce document pût être lu et médité par tous les esprits éclairés.

Le degré de gravité de la crise peut être apprécié, à un moment donné, d'après divers symptômes, tels que la baisse des indices généraux des frets et celle du trafic lui-même.

En ce qui concerne les frets, le nombre-indice général de la *Chamber of Shipping*, qui était de 100 en 1920 est tombé, pour la navigation mondiale, à moins de 19 au 1er septembre 1932. Un autre index, celui de l'*Economist*, qui attribue le nombre 100 au fret de l'année 1913, donné pour septembre 1932 le nombre 74,4, lequel, corrigé sur la base de la valeur de la livre à 87 francs, ne serait plus que 52.

La baisse du trafic permet de mieux apprécier ce qui se rapporte plus particulièrement à l'armement français, dans la crise mondiale. Au début de celle-ci il est à remarquer que notre commerce extérieur par mer avait mieux résisté, au point de se maintenir, entre 1929 et 1930, à peu près au même chiffre (46 864 000 tonnes métriques en 1929 et 46 851 000 en 1930). Mais cette situation, due au crédit conservé à l'étranger par le commerce français, ne pouvait se maintenir, étant donné qu'une bonne partie de l'activité de l'armement est appliquée à des marchandises qui n'ont ni leur origine ni leur destination en France. En 1931, le commerce par mer descendait déjà à 43 514 000 tonnes. Depuis, la comparaison des données statistiques révèle une diminution annuelle de 12 855 000 tonnes : le pavillon français, assurant environ 40 % de ce trafic, éprouve donc annuellement une perte de l'ordre de 5 142 000 tonnes.

En septembre 1932, le tonnage français désarmé atteignait 1 055 000 tonneaux, ce qui, pour une flotte dont le tonnage total est d'environ 3 125 000 tonneaux, représente plus de 33 % du total. Le tonnage désarmé, qui n'était que de 170.000 tonneaux en juillet 1930 s'est donc, depuis cette époque, accru selon une courbe à peu près verticale, pour atteindre au chiffre qui vient d'être indiqué. Or, cette progression par elle-même fort alarmante, se révèle en outre plus rapide que celle qui affecte le tonnage mondial dans son ensemble. Notre flotte constituant environ 5 % de ce dernier, le désarmement français, qui représentait en moyenne, au cours des années 1929 a 1931, 3 % du désarmement général, atteint aujourd'hui 7 % de celui-ci.

Pour bien comprendre la situation, il faut distinguer dans notre armement l'élément *subventionné* au contractuel, composé de navires dont l'exploitation comporte des subventions d'Etat ou le jeu des clauses de protection révit des seules ressources de l'exploitation commerciale. L'armement libre comprend 2 450 000 tonneaux de navires, contre 675 000 tonneaux de bâtiments subventionnés, résultant des Conventions postales, et l'élément *libre*, qui forment, soit plus des deux tiers de la flotte commerciale française. Les navires de l'armement libre sont principalement des cargos desservant des lignes régulières ; or, ce genre de transports exige le maintien en service de la plus grande partie des unités, alors même que leur exploitation est devenue déficitaire. Par contre, les *tramps*, c'est-à-dire les navires non affectés à des lignes régulières, peuvent être désarmés dès que le déficit dépasse les charges qu'entraîne le désarmement. C'est ainsi que sur les 470.000 tonneaux de notre flotte charbonnière, 280.000 sont désarmés. Ces circonstances viennent donc préciser utilement l'idée générale qui se dégage du seul examen des statistiques de désarmement. Celles-ci nous montrent encore d'ailleurs que la proportion du tonnage désarmé en France se décompose en 11,11 % de navires subventionnés et 40 % de navires de l'armement libre.

A l'origine de la crise se trouvent sans doute les causes générales qui ont engendré le marasme mondial. A celles-ci, l'on joindra encore celles qui ont, de tout temps, affecté en particulier le développement de notre industrie : position géographique, insuffisance de fret lourd. Mais la cause essentielle découle des conséquences de notre régime économique, qui est essentiellement protectionniste. Il est clair que du seul fait des barrières douanières établies pour la protection de l'industrie et de l'agriculture le commerce maritime se trouve réduit dans son volume en même temps que l'exploitation des navires, qui subit le

poids des prix intérieurs, est rendue plus onéreuse. L'industrie des armements, de par sa nature même, bien loin de tirer un avantage propre de protectionnisme douanier, en subit au contraire immédiatement les atteintes.

D'autre part, il ne faut pas oublier que l'armement libre ne reçoit plus, depuis 1918, ni primes, ni compensations de la part de l'Etat. C'est donc sans aide d'aucune sorte qu'il subit les conséquences des élévations de droits, des interdictions d'importation, des contingentements, toutes mesures tendant à réduire les courants d'importation. L'exportation se voit d'ailleurs réduite elle-même dans une proportion sensible, par les mesures de rétorsion que le protectionnisme provoque de la part des autres nations.

Enfin, notre armement, non défendu, se trouve encore affecté par les mesures d'assistance adoptées par la plupart des autres Etats à l'égard de leurs marines et qui permettent à celles-ci de drainer à leur profit le gros du trafic. Et surtout, on ajoutera que la baisse de la livre et des monnaies scandinaves équivaut à une prime considérable au bénéfice des marines anglaise, norvégienne, suédoise et danoise, dont les frets s'expriment, depuis septembre 1931, en monnaie dépréciée, ce qui revient à dire que les armements de ces nations bénéficient de frais d'exploitation réduits de près de 40 % par rapport à ceux du nôtre.

De tous les remèdes à envisager, le plus urgent ne peut consister que dans une protection compensatrice du dommage causé par la politique douanière. Au surplus, la situation par elle-même n'est pas entièrement neuve et notre politique économique a comporté, avant 1918 et d'ailleurs depuis 1881, une protection spéciale assurée à la marine marchande. La crise mondiale rend seulement plus nécessaire encore la restauration d'un état de la législation, que postule la plus élémentaire logique. La sauvegarde de notre industrie de mer requiert en tout cas une aide immédiate, au moins temporaire, sous forme d'un concours budgétaire direct. Telle est la conclusion de l'appel du Comité Central des Armateurs, étayée sur des chiffres éloquents et sur des arguments aussi irréfutables qu'angoissants. Dans les autres grandes nations maritimes, on constate au contraire un renforcement remarquable des mesures protectrices de l'armement. L'Allemagne, dont la marine marchande a toujours prétendu s'accommoder d'une politique de liberté, fournit un effort de protection envers celle-ci des plus suggestifs. Mais c'est l'Italie surtout qui apporte, à cette fin spéciale, une attention tout à fait remarquable. Son système de protection est complexe et largement conçu : primes à la construction, compensations douanières ; primes à la navigation, subventions, assurance des très grandes unités. On notera un système de primes à la démolition, innovation originale destinée à hâter le remplacement des vieux navires.

LOUIS BASSO.

Construction

Dilatation, Retrait et Elasticité du Béton (1). — *Dilatation.* — Le ciment conservé dans l'eau gonfle plus ou moins selon la température ; dans tout essai de dilatation thermique effectué dans ces conditions, il faut donc distinguer l'accroissement permanent des dimensions de l'éprouvette, résultant de l'immersion, de la dilatation proprement dite. Lorsque l'on revient à la température initiale, l'éprouvette se raccourcit sous l'influence de la contraction thermique, tandis que la quantité d'eau expulsée et le retrait correspondant sont imperceptibles. Lors d'une nouvelle élévation de température, l'absorption d'eau est moindre que la première fois. Donc, en soumettant l'éprouvette pendant une longue durée à différentes températures maintenues chacune pendant plusieurs jours, on déterminera les deux inconnues : le coefficient de dilatation thermique et le gonflement résultant uniquement de l'absorption de l'eau.

Les données recueillies au moyen du comparateur Stoppani montrent que le ciment Portland étudié présente une dilatation thermique légèrement supérieure à celle de l'acier ; par contre, les bétons à 400 kg/m³ de sable et de pierre d'origine granitique ont un coefficient de dilatation $a = 0{,}0000082$, inférieur d'un tiers à celui de l'acier. Cette différence, due à la faible dilatation de la pierre, prouve l'existence de contraintes internes.

Le coefficient de dilatation thermique du ciment en pâte pure, complètement desséché et essayé dans l'air sec, se trouve être un peu inférieur à celui de l'acier ; ce résultat concorde avec celui obtenu avec le ciment saturé qui retient (au moins, en eau, 10 o/o du poids total) : cette quantité d'eau augmente nécessairement la dilatation apparente.

Retrait. — Le retrait est un phénomène nuisible, dont on cherche à limiter les conséquences par des artifices de construction ; on ne peut l'étudier à l'aide d'essais poursuivis dans des conditions bien définies ; le principal facteur à considérer est l'état hygrométrique du milieu ambiant. Pour maintenir constant le degré d'humidité d'une atmosphère non saturée, on utilise les propriétés de différents sels, dont les solutions saturées, conservées dans une atmosphère limitée, maintiennent au sein de celle-ci une tensoin de vapeur d'eau déterminée ; on peut aussi utiliser des solutions plus ou moins concentrées d'acide sulfurique ou de potasse caustique.

Le retrait du béton est beaucoup moindre, mais se manifeste plus vite que celui du ciment qui contient plus d'eau et se dessèche par suite moins vite. Le degré d'humidité de l'atmosphère, surtout au voisinage du point de saturation, influe fortement sur le retrait et sur la perte d'eau par dessiccation.

L'eau perdue par dessiccation se trouvait contenue dans les vides et les pores ; l'évaporation de l'eau contenue dans les vides apparents s'effectue facilement, tandis que dans les pores l'attraction capillaire provoque des efforts considérables (atteignant, pour le diamètre d'un millionième de millimètre, de 1.000 à 2.000 kg/cm²), ce qui explique pourquoi la perte d'eau et le retrait ne peuvent augmenter dans la même proportion que le dessèchement relatif de l'atmosphère ambiante.

Le retrait total du béton desséché par étapes n'est pas plus faible que celui du béton soumis directement au degré d'humidité inférieur ; on peut en déduire, du moins en première approximation, que le retrait du béton ne dépend pas de son âge, contrairement à ce qui est admis ordinairement (1). En mouillant un ouvrage, on peut, toutefois, retarder le retrait jusqu'au moment où le béton présente la résistance voulue pour résister aux sollicitations provoquées.

Le retrait, accéléré et amplifié par la compression, se trouve, par contre, ralenti et réduit par la traction. Les pierres étant pratiquement incompressibles, si le béton travaille à la compression, les particules de ciment se

(1) Recherches exécutées par la Sociétés des Forces Motrices de l'Oberhasli (Suisse).

(1) Nos recherches montrent, au contraire, que toutes conditions égales d'ailleurs, le retrait est comme le logarithme de l'âge.

rétractent ainsi à l'influence de la charge, ce qui a pour conséquence une plus forte compression des éléments inertes, et un tassement progressif de la masse.

Elasticité. — La connaissance des propriétés élastiques du béton est d'importance fondamentale pour les projets de constructions où le béton est en contact avec d'autres éléments, comme l'acier, par exemple. Les bétons compacts et soigneusement composés possèdent un coefficient d'élasticité E relativement élevé, qui peut atteindre 300.000 kg/cm² et même davantage (1), lorsque les mesures sont effectuées pendant une courte durée. Si, au contraire, on laisse agir la pression pendant quelque temps, la déformation qui détermine le coefficient d'élasticité augmente, c'est-à-dire que le coefficient d'élasticité diminue.

Voici, pour plus de précision, les conclusions mêmes de l'auteur :

« 1°) Le coefficient de dilatation thermique du ciment est en moyenne le même que celui de l'acier employé pour les armatures; l'allongement du ciment saturé d'eau qui est produit par les variations de température est un peu plus élevé, et celui du ciment desséché, un peu plus faible que celui de l'acier.

Par contre, la plupart des ballasts utilisés pour la fabrication du béton ont un coefficient de dilatation linéaire qui n'est pas la moitié de celui de l'acier. Le béton, mélange de ciment et de ballast, présente un coefficient de dilatation intermédiaire; par exemple, la dilatation thermique du béton de granit atteint environ les deux tiers de celle de l'acier.

2°) Le ciment et le béton subissent dans l'eau un gonflement qui est avant tout la conséquence de l'hydratation; celle-ci se manifeste par une augmentation du poids spécifique du ciment, d'un ordre de grandeur dix fois supérieur à celui de l'augmentation du volume. Le gonflement du ciment immergé ne semble pas être entravé par une sollicitation extérieure à la compression; en tout cas, le béton conservé sous l'eau ne présente pas, sous l'influence de la charge, l'augmentation progressive de la déformation que l'on constate avec le temps, lors de l'exposition à l'air.

3°) Dans l'atmosphère, même à 100 o/o d'humidité, une partie de l'eau, contenue dans les pores du béton ou ciment, s'évapore; la quantité d'eau restante dépend directement du degré hygrométrique de l'atmosphère. La dessiccation produit une sollicitation interne qui est la cause du retrait. Il semble, néanmoins, que l'hydratation du ciment ne soit pas complètement interrompue par ce phénomène.

4°) La quantité d'eau évaporée, de même que le retrait total subi par le ciment ou le béton à l'air, ne varient pas linéairement avec le degré hygrométrique pour lequel l'état d'équilibre s'établit. L'évaporation et le retrait sont les plus intenses pour les variations de l'humidité relative voisines de 100 o/o. La dessiccation jusqu'à 75 o/o d'humidité relative provoque un retrait atteignant déjà les trois quarts du retrait total.

5°) Au voisinage de 100 o/o d'humidité relative, le retrait produit une déformation permanente. Au-dessous, la déformation du béton non chargé augmente et diminue en fonction du degré hygrométrique. Les reprises du béton sont toutefois de plus en plus lentes, de sorte que, l'influence des variations périodiques de l'humidité atmosphérique se faisant de moins en moins sentir, le retrait tend vers une valeur constante.

6°) Le dosage du béton n'a pas une influence primordiale sur la valeur du retrait; au contraire, les bétons qui sont granulométriquement identiques présentent pratiquement le même retrait.

7°) La charge a une grande influence sur le retrait, qui est accéléré et amplifié lors de la compression, et au contraire, réduit et ralenti lors de la traction. La déformation permanente produite par le retrait est ainsi une fonction de la charge, de sorte que, dans un grand nombre d'ouvrages, la variation du retrait dû à la sollicitation a les mêmes conséquences qu'une variation du coefficient d'élasticité ».

Ed. Marcotte.

(1) Sur les valeurs de E, on pourra consulter « Les Matériaux », par Ed. Marcotte, Gauthier-Villars, édit., notamment les tomes III (Métaux, bétons) et IV (Béton armé).

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 24 juillet 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Sire.* — **Sur le problème de Dirichlet, la fonction potentielle et l'ensemble des points irréguliers.**

— *M. Gevrey.* — **De quelques questions concernant les types elliptiques et paraboliques: usage de la médiation périphérique ou spatiale; unicité des solutions des systèmes d'équations.**

GÉOMÉTRIE. — *P. Rachewsky* (prés. par M. E. Cartan). — **Un critérium caractéristique des représentations conformes.**

THÉORIE DE LA RELATIVITÉ. — *Ch. Racine* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur une classe de solutions des équations de la gravitation d'Einstein.**

MÉCANIQUE. — *A. Przeborsky* (transm. par M. Hadamard). — **Sur les forces dépendant des accélérations.**

MOTEURS A EXPLOSION. — *A. Moncescu* (prés. par M. Cotton). — **Sur la détermination des températures de la flamme pendant la détente dans les moteurs à explosion.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mme Y. Labrouste* (prés. par M. Maurain). — **Composantes périodiques dans les ondes de Love.**

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *L. Goldstein* (prés. par M. L. de Broglie). — **Théorie des effets photoélectriques complexes.**

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *J. Guastalla* (prés. par M. J. Perrin). — **Equation d'état des films monomoléculaires et comparaison avec les résultats expérimentaux.**

ACOUSTIQUE. — *P. Biquard* (prés. par M. J. Perrin). — **Cœfficients d'absorption des ultrasons par différents liquides.**

SPECTROSCOPIE. — *L. Grillet* (transm. par M. A. Cotton). — **Variation de l'intensité des radiations émises par un arc à vapeur de mercure à enveloppe de quartz pendant la période d'allumage.**

Un tableau donne la variation de α en fonction de temps à partir de l'allumage de l'arc. En dehors de quelques anomalies, la variation du rapport α est bien régulière pour les différentes radiations. Cette variation est assez différente suivant l'origine de la radiation con-

sidérée. Pour le triplet de la série fine (5461-4358-4046) ce rapport possède, à peu près, la même valeur pour les différentes radiations. Ce résultat est conforme aux mesures de divers auteurs faites par des méthodes différentes, pour des arcs en régime permanent. La variation de α en fonction du temps est plus faible pour les raies de cette série que pour les raies jaunes (5791-70) et pour la raie violette 4077.

DIFFUSION MOLÉCULAIRE. — *E. Bauer, M. Magat* et *A. de Silveira* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le spectre Raman du nitrate de calcium.**

Les résultats indiqués à l'aide d'une figure et dans un tableau donnant les raies de l'ion NO^3- permettent aux auteurs de conclure que l'intensité relative totale du doublet par rapport à 1050 cm^{-1} diminue en même temps que la concentration, et que le rapport α augmente aussi bien par l'addition de LiCl que de $CaCl^2$.

RADIATIONS. — *P. Soleillet* (transm. par M. P. Weiss). — **Sur le calcul des taux de polarisation de radiations émises par résonnance.**

RADIOACTIVITÉ. — *G. Mano* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur le ralentissement des rayons α. Comparaison entre la théorie et l'expérience.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *M. Briand, P. Dumanois* et *P. Laffitte* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **Sur l'influence de la température sur les limites de l'inflammabilité de quelques vapeurs combustibles.**

Les produits étudiés sont le benzène, le toluène, le cyclohexane et le cyclohexène. Les résultats sont donnés dans un tableau où sont désignées les limites inférieure et supérieure d'inflammabilité (pourcentage volumétrique de carbure gazeux dans le mélange air-carbure).

— *T. Monnajed* (transm. par M. G. Urbain). — **Cœfficient de volatilité de l'acide chlorhydrique dans l'éther anhydre.**

L'accroissement, avec la concentration de la solution, du coefficient de volatilité, d'abord lent, pour les faibles concentrations, s'accentue ensuite, puis s'atténue pour les fortes concentrations ce qui semble vérifier l'hypothèse, émises par l'auteur, de la formation d'ions complexes.

— *R. Amyot* (prés. par M. C. Matignon). — **Adsorption, par le charbon, de quelques phénols et de quelques polyalcools en solution aqueuse.**

EFFET RAMAN ET CHIMIE. — *B. Gredy* (prés. par M. C. Matignon). — **La liaison acétylénique. Etude d'une série de carbures 2 — acétyléniques.**

L'influence du groupe méthyle qui se fait sentir par un élargissement du doublet caractéristique de la triple liaison dans les carbures 2-acétyléniques, se manifeste doublement dans le butyne-2 et l'on a cette fois un élargissement de 20 cm^{-1}.

On retrouve, dans le spectre de tous ces carbures les deux raies fortes 376 et 1381 cm^{-1} déjà signalées. Leurs fréquences sont d'une fixité remarquable. Elles permettent de distinguer nettement ces carbures de tous les autres.

CHIMIE GÉNÉRALE. — *M. Prettre.* — **Influence de l'azote actif sur certaines réactions d'oxydation.**

Les résultats montrent que l'azote actif facilite considérablement l'oxydation de l'oxyde de carbone. Ils sont à rapprocher de ceux obtenus par MM. Jolibois et Lefebvre qui ont constaté que l'azote actif, en évoluant vers la formule normale, catalyse la décomposition de l'oxyde de carbone ou gaz carbonique et carbone.

CHIMIE ORGANIQUE. — *P. Thomas* et *C. Kalman* (prés. par M. Urbain). — **Action de divers sucres sur la réaction des solutions de molybdate de sodium.**

Avec une solution de molybdate de $pH=5,65$, la mannite et les sucres n'exercent aucune action sur la réaction de celle-ci, ni dans un sens, ni dans l'autre.

Pour une faible variation vers l'acidité, les substances ajoutées provoquent une plus forte acidité (avec la mannite, le pH de 5,5 passe à 5,1. Inversement, si le pH initial se déplace vers l'alcalinité, l'addition des sucres produit l'alcalinisation (la solution de $pH=5,8$ additionnée de mannite passe à $pH=7,2$). Dans les deux sens, cette action passe par un maximum, puis décroît. Pour un pH voisin de 8, elle semble s'annuler de nouveau pour tous les sucres et la mannite.

L'ordre d'activité décroissante est : mannite, fructose, xylose, galactose. La fonction chimique ne paraît donc pas jouer un rôle, ni le nombre des OH alcooliques, car le galactose a une action très faible.

— *A. Bouchonnet, Trombe* et *Petitpas* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la nitration de la cellulose.**

L'emploi de l'acide nitrique à 99,9 p. 100 en présence de sels minéraux permet d'obtenir des nitrocelluloses très riches en azote (13,87 p. 100) alors que le maximum théorique est 14,14 p. 100). Avec l'acide commercial à 97 p. 100, suivant la teneur en nitrate, on peut préparer des cotons-poudres à teneur en azote un peu plus faible.

— *R. Levaillant* (transm par M. Urbain). — **Obtention de quelques éthers-sels de la chlorhydrine sulfurique ou de l'acide sulfureux.**

— *P. Rumpf* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur une nouvelle réaction colorée des aldéhydes.**

L'auteur a cherché, dans un but analytique, à mettre en évidence par une réaction colorée l'activité variable du groupement aldéhyde : on laisse réagir à froid une goutte ou deux d'aldéhyde sur quelques centimètres cubes d'une solution, préparée au moment de l'emploi, de 2 ou 3 mgr. de chlorhydrate de rosaniline dans 25 cm^3 d'acide formique anhydre (98-100 p. 100). La réaction permet surtout de distinguer les aldéhydes aromatiques proprement dits, des aldéhydes qui, pouvant éventuellement posséder un noyau au bout d'une chaîne grasse, présentent cependant l'ensemble de propriétés souvent attribué à une forme énol.

— *F. Duquénois* (prés. par M. A. Béhal). — **Distinction de l'antimoine trivalent et pentavalent par formation d'iodostibinate d'antipyrine.**

La réaction de Caille et Viel donne avec l'ion antimonieux un précipité jaune d'or et avec l'ion antimonique un précipité rouge brique. Celui-ci ne peut être confondu avec un iodobismuthate. Traité par le sulfure de sodium en milieu sulfurique, il ne donne, en effet, aucun précipité de sulfure métallique. Il est identique au periodure d'antipyrine signalé par J. Bougault.

L. Franchet.

GÉOLOGIE — *J. Fromagel* (prés. par M. Jacob). — **Sur la présence de la flore à *Gigantopteris nicotinœfoliœ* dans le Haut-Laos et sur la stratigraphie des Indosinides.**

L'une des couches étudiées montre, par l'association d'une espèce nettement triasique et de la première forme du Permotrias des Indes dans les flores de l'Indo-Chine que des relations étaient établies entre les deux conti-

nents au Trias inférieur. Un tableau résume la stratigraphie des séries dites Indosinides du Haut-Laos.

GÉNÉTIQUE. — *M^lle A. Dusseau.* — **Sur la sporogénèse de l'hybride *Triticum haplodurum* issu du croisement de deux *Triticum vulgare*.**

Dans la descendance du croisement de deux *Tr. vulgare* vrais, l'auteur avait constaté l'apparition d'un hybride fixe à phénotype de *Tr. durum* et génotype de *Tr. monococcum* (2 n=14 chromosomes). L'étude des cellules sexuelles a permis de constater que n=7 chromosomes. La fixité du type caryologique confirme l'indépendance du phénotype et du génotype.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *G. Bertrand* et *L. Silberstein.* — **Le soufre et le phosphore dans les diverses parties du grain de blé.**

Les dosages du soufre et du phosphore effectués jusqu'ici dans le grain de Blé ont été faits à l'aide de méthodes entraînant des pertes. L'application de méthodes plus précises accuse la présence de 1 gr. 50 et plus de S par kilogramme, au lieu de 2 à 100 milligrammes. Les deux éléments sont localisés de façon très différente et en quelque sorte inverse dans les parties des grains examinés. Les téguments sont les parties les plus pauvres en soufre et les plus riches en phosphore; la farine, riche en soufre, est la plus pauvre en phosphore. Les remoulages ont des teneurs intermédiaires entre celles du son et de la farine. Les germes ont une forte teneur à la fois en soufre et en phosphore. Ces résultats s'expliquent : d'une part, par la présence de matières protéiques dans le germe et dans l'amande (gluten), — d'autre part, par l'existence de composés organiques, du type phytine, dans la région interne des téguments et dans les germes. L'analyse du gluten conduit à supposer que le phosphore s'y trouve, au moins partiellement, à l'état de combinaison organique, peut-être sous une forme analogue à la lécithine.

— *R. Fosse* et *A. Brunel.* — **Présence de l'acide allantoïque chez les Champignons.**

Ce principe a été isolé sous forme de dérivé dixanthylé chez *Coprinus micaceus* et *Collybia dryophila*, qui ne renferment pas d'urée; il a été dosé, par la méthode spectrophotométrique chez une vingtaine d'autres espèces. On a trouvé des doses d'acide allantoïque variant de 0 gr. 14 à 6 gr. 72 par 1.000 gr. de substance sèche. On constate des variations aussi étendues chez une même espèce dont les individus ont été analysés à des âges différents.

ZOOLOGIE. — *G. Petit.* — **Un poisson cavernicole aveugle des eaux douces de Madagascar: *Typhleotris madagascariensis* gen. et sp. nov.**

Ce poisson est apparenté nettement au genre *Eleotris;* il nécessite cependant la création d'un genre nouveau, dont le nom générique (*Typhleotris*) rappelle à la fois la cécité et la parenté avec l'*Eleotris*. La nappe d'eau de l'aven de Mitoho, où il a été observé, est éclairée pendant le jour sur la moitié de sa surface : les poissons se tournent vers la lumière, sans doute parce que leur nourriture se trouve de préférence réunie dans la partie ensoleillée de la nappe d'eau. L'habitat réel est probablement une rivière souterraine. C'est le premier poisson aveugle signalé à Madagascar, et aussi parmi les *Eleotridæ*.

— *A. Gruvel* (prés. par M. Mangin). — **Sur la distribution de quelques espèces de Mollusques dans les lagunes du lac Timsah (canal de Suez).**

Dans l'ensemble des lagunes, il y a une variation de salinité considérable, depuis l'eau presque douce jusqu'à celle dont la salinité est très voisine de celle du lac lui-même. Cependant, la forme des lagunes ne diffère de celle du lac que dans les parties les plus extrêmes où l'on rencontre quelques Poissons d'eau douce. Dans les eaux très peu salées, on rencontre *Cardium papyraceum* et *C. edule*. Ils manquent dans le fond des lagunes asiatiques, où dominent les espèces halophiles. Mais ils dominent dans les eaux de même salinité de la partie africaine, avec divers *Tapes*.

PHYSIOLOGIE. — *R. Bonnet* (prés. par M. d'Arsonval). — **Validité chez les Pœcilothermes de la loi de Terroine-Sorg-Matter sur la grandeur de la dépense azotée endogène.**

Chez les Homéothermes, cette loi exprime le fait que la dépense azotée endogène est sous l'entière dépendance de la dépense énergétique : l'usure des tissus est d'autant plus marquée que leur fonctionnement est plus actif. Les recherches faites sur la Grenouille et la Tortue donnent les conclusions suivantes. Dans une même espèce pœcilotherme, il y a proportionnalité entre la dépense azotée endogène et la dépense énergétique; la première est sous l'entière dépendance de la seconde, quelle que soit la valeur de celle-ci. Le coefficient de proportionnalité est différent dans les deux espèces étudiées; chez la Tortue, il est voisin de celui des Homéothermes. Ce dernier fait appuie l'opinion d'après laquelle les Reptiles seraient physiologiquement intermédiaires entre les Homéothermes et les Pœcilothermes.

ÉLECTROPHYSIOLOGIE. — *G. Bourguignon* (prés. par M. d'Arsonval). — **Triple chronaxie vestibulaire.**

Par l'excitation bi-auriculaire, on trouve, avec des rhéobases croissantes, trois mouvements dans chacun des trois plans de l'espace, et trois chronaxies vestibulaires. Il est légitime d'en conclure qu'on mesure ainsi la chronaxie des trois canaux semi-circulaires ou des fibres nerveuses qui les innervent. Le système du canal horizontal a la plus petite chronaxie, le système du canal vertical sagittal a la chronaxie moyenne, le système du canal vertical frontal a la plus grande chronaxie. En pathologie, on doit considérer, non seulement la valeur absolue de chacune des trois chronaxies, mais aussi leur rapport et celui des rhéobases. La mesure des trois chronaxies vestibulaires devra remplacer la recherche simple du vertige voltaïque, en médecine comme en physiologie.

BIOLOGIE. — *B. Trouvelot, Lacotte, Dussy* et *Thénard.* — **Les qualités élémentaires des plantes nourricières du *Leptinotarsa decemlineata* et leur influence sur le comportement de l'insecte.**

L'immunité partielle ou totale de végétaux contre l'attaque du *L. decemlineata* ne dépend pas d'un seul caractère des plantes; les éléments qui exercent le plus d'influence sont ceux qui agissent sur le tact (poils longs et denses), sur le goût ou la nutrition de l'insecte. Après quelques morsures, les larves quittent la plante attaquée lorsque la saveur leur est désagréable; dans d'autres cas, les larves persistent sur la plante attaquée, s'y nourrissent, mais y dépérissent et meurent bientôt, par intoxication. Vis-à-vis de la même plante, le comportement de l'insecte diffère aux divers moments de son évolution.

PHYSICOCHIMIE BIOLOGIQUE. — *A. Boutaric, M. Pietre* et *M^lle M. Roy* (prés. par M. Achard). — **Etude physico-chimique de la floculation de la sérum-albumine par la résorcine.**

Tout se passe, dans les expériences faites, comme si l'albumine fixait la résorcine par *adsorption;* la quantité

de résorcine fixée, toujours faible, augmente avec la concentration de la résorcine et tend vers une limite; il se forme un produit d'adsorption dont la solubilité dans l'eau décroît de plus en plus avec la résorcine fixée et devient nulle quand la saturation en résorcine est réalisée.

MICROBIOLOGIE. — *L. Velluz* (prés. par M. Vincent). — **Sur la neutralisation de la toxine diphtérique par quelques molécules hétérocycliques.**

Tandis que, dans la série benzénique, le diiodosalicylate de sodium, neutralisant énergique de la toxine tétanique, a peu d'affinité pour la toxine diphtérique, dans la série naphtalénique, l'α-oxynaphtoate de sodium neutralise, à très faible dose, la toxine diphtérique. Ces faits supposent une électivité antitoxique. L'auteur étudie ici, à ce point de vue : la ninhydrine, l'acide roténique, l'acide l. dihydroroténique. Le noyau benzofuranique confère la même affinité, pour le poison diphtérique, que le noyau naphtalénique. La non-saturation, l'halogénation du noyau, exaltent le pouvoir neutralisant. On observe donc, pour des fonctions identiques et pour une substitution analogue, une même *intensité* de ce pouvoir, tandis que le type de structure cyclique fait évoluer l'*électivité* même du phénomène de neutralisation. A noter que les faits observés avec la ninhydrine parlent en faveur de la constitution protéidique de la toxine.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *G. Finzi* (prés. par M. Leclainche). — **Sur les propriétés du sérum du sang et du lacto-sérum des animaux hyperimmunisés contre la tuberculose.**

Chevaux et vaches sont traités avec un antigène fortement antituberculinique, riche en agglutinines et en précipitines spécifiques. Le sérum obtenu est fortement antituberculinique, riche en agglutinines et en précipitines spécifiques. Il en est de même du lait, dont les substances antituberculiniques se sont montrées capables de modifier et de neutraliser *in vivo* et *in vitro* la tuberculine diagnostique fortement active.

M. Mascré.

Séance du 31 juillet 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *R. de Possel* (transm. par M. Hadamard). — **Théorie de la mesure. Sur le prolongement d'une fonction additive d'ensemble.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Tullio Viola* (transm. par M. Em. Picard). — **Sur les points de convergence des séries trigonométriques générales.**

THÉORIES DES VECTEURS. — *G.-B. Gourewitch* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur les formes canoniques d'un trivecteur dans l'espace à six dimensions.**

RELATIVITÉ. — *J. Le Roux.* — **Sur une nouvelle forme des formules de Lorentz.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *D. Riabouchinsky* (transm. par M. H. Villat). — **Sur la dissémination totale.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *P. Dumanois* (transm. par M. E. Jouguet). — **Au sujet de l'influence de la température sur la détonation dans les moteurs à combustion interne.**

Les résultats obtenus concordent pleinement avec ceux qui ont été indiqués précédemment dans plusieurs notes, en particulier ceux relatifs à l'existence de deux températures d'auto-allumage. Ils montrent en même temps que l'orequ'on dépasse la limite de formation et d'existence des peroxydes, le moteur fonctionne par allumage par point chaud sans qu'il se produise aucun phénomène de choc, car l'écart avec la seconde température d'auto-allumage demeure encore considérable.

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *J. Savard* (transm. par M. Cotton). — **Potentiel d'ionisation et formation de la molécule d'hydrogène.**

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *J. Salomon* (transm. par M. J. Perrin). — **Sur l'effet de conversion interne.**

PIEZZO-ÉLECTRICITÉ. — *A. Guerbilsky* (prés. par M. Villat) — **Dynamomètres à cristaux piezzo-électriques en vibration de résonance.**

Pour remédier à l'inconvénient que présentent les dynamomètres ordinaires de nécessiter un isolement très soigné lorsqu'il s'agit de mesurer des pressions constantes ou lentement variables, M. Riabouchinsky a proposé d'utiliser dans un dynamomètre piezzo-électrique, destiné à être employé dans une soufflerie, un quartz à vibrations entretenues pour mesurer la force appliquée en fonction de modifications du courant. L'auteur a appliqué un dispositif analogue à celui qu'il avait utilisé pour la réalisation des microphones piezzo-électriques (*C. R.*, 196, 1933, p. 1871). Il décrit son appareil à l'aide d'une figure.

RADIOACTIVITÉ. — *W. Gentner* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'absorption des rayons γ très pénétrants.**

— *M. Lecoin* (transm. par M. J. Perrin). — **Sur le rayonnement β du radium E et du dépôt actif de l'actinium.**

L'auteur a étudié le rayonnement β primaire de désintégration émis par différents corps radioactifs et plus particulièrement la limite supérieure de la vitesse des rayons émis par ces différents corps. Il a utilisé le dispositif établi par M. Skbetzyn pour ses recherches sur les électrons Compton et qui comprend essentiellement un appareil à détente de Wilson placé dans un champ magnétique uniforme perpendiculaire au plan d'observation. On prend la photographie stéréoscopique des trajectoires de brouillard et de leurs rayons de courbure, on déduit l'énergie d'un rayon β.

MAGNÉTISME. — *De Cabrera* et *H. Fahlenbrach.* — **Diamagnétisme et température.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *A. Le Thomas* (prés. par M. Léon Guillet). — **Les anomalies de trempe des fontes; leur rapport avec l'oxydation à l'état liquide.**

Une fonte de composition donnée a une aptitude à la trempe qui dépend des conditions de la fusion; les variations sont en concomitance avec l'oxydation ou la désoxydation du bain; elles ne dépendent pas sensiblement des températures de fusion et de coulée, du moins jusqu'à 1400°. L'aptitude à la trempe prend une valeur minimum lorsque la fonte a été convenablement désoxydée; cette valeur est indépendante de la nature du désoxydant. Dans le cas général, les fontes de moulage ont une aptitude à la trempe supérieure à cette valeur minimum.

CHIMIE MINÉRALE. — *Ed. Chauvenet* et *J. Boulanger.* — **Sur les combinaisons du bromure de zirconyle avec les bromures alcalins.**

Les auteurs ont poursuivi leur étude sur les composés susceptibles de se former en solution concentrée entre les oxy-halogénures de zirconium et les halogénures alcalins : ils ont recherché les combinaisons bromées et comme pour les chlorures, ils ont appliqué la méthode des chaleurs de mélanges. Des combinaisons étudiées, ils n'ont pu en isoler qu'une : $3\,Br^2ZrO,\ 2\,BrCs$ qui se présente sous la forme de gros cristaux brunâtres et brillants, cristallisant avec 27 molécules d'eau. La dessication dans l'air sec, à la

température ordinaire conduit à l'hydrate à 21 molécules d'eau.

— *P. Pascal* et *Bonnmeman*. — **Sur le passage réversible des dimétaphosphates aux sels condensés de Graham.**

ISOMÉRIE SPATIALE ET EFFET RAMAN. — *O. Miller* et *L. Piaux* (prés. par M. Matignon). — **Spectres Raman des orthodiméthylcyclohexanes isomères cis-trans.**

Les auteurs ont étudié le problème de l'isomère cis-trans, par rapport au plan du noyau, chez un carbure cyclique disubstitué l'orthoxydiméthylcyclohexane, préparé par hydrogénation catalytique de l'orthoxylène. Les deux carbures saturés isomères ont été séparés par une série de 15 tours de distillation fractionnée.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Volmar* et *Betz* (transm. par M. Delépine). — **Sur les émétiques dérivés des acides mandélique et malique.**

L'alourdissement de la molécule d'acide alcool par introduction, soit d'un radical aromatique, soit d'un autre carboxyle a pour conséquence d'augmenter la stabilité de l'émétique correspondant.

L'introduction d'un radical aromatique, ne change pas la position du maximum de fixation; au contraire, l'addition d'un deuxième carboxyle entraîne son décalage du côté de l'acidité maxima.

CHIMIE. — *E. Wellinger* et *G. Radulesco* (prés. par M. Gabriel Bertrand). — **Sur des constituants antioxydants ou antioxygènes de l'essence de cracking.**

CRISTALLOGRAPHIE. — *Guaisnet-Pilaud* (prés. par M. C. Matignon). — **Constantes cristallographiques des hydrates des phénylméthyléthylbétaïnes et des phénylméthylpropylbétaïnes.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *A. Duperier* et *G. Collado* (transm. par M. Ch. Maurain). — **Les fluctuations du champ électrique terrestre.**

On peut considérer les fluctuations incessantes du champ comme provoquées seulement par des perturbations locales irrégulières. Pour la plupart de celles-là, il faudrait plutôt songer à un phénomène d'une plus grande ampleur. On y pourrait peut-être voir une autre manifestation de la variation universelle du champ terrestre.

L. Franchet.

MÉTÉORITES. — *A. Lacroix*. — **Sur une météorite pierreuse tombée au Maroc le 22 août 1932.**

Cette météorite est une chondrite miosidérifère, composée d'olivine et d'hypersthène, avec une teneur en fer nickelé voisine de 8 pour 100 et une moindre quantité de pyrrhotine. On y trouve, en outre, un peu de clinohypersthène-dispoïde, et fort peu de plagioclase et de maskelynite. La structure est microgrenue. Les chondres sont peu nombreux, assez variés de forme, de composition et de structure. La structure rappelle celle des amphotérites et son étude paraît confirmer les vues de M. Wahl, qui interprète les chondrites, dites cristallines, par la transformation pyrométamorphique de chondrites à structure tufacée.

GÉOLOGIE. — *J. Gubler*. — **Sur la présence du Trias au Cambodge.**

Le Trias est représenté, au Cambodge occidental, par d'importants conglomérats, des brèches, des microbrèches, des grès grossiers, et des tufs rhyolitiques, le tout alternant fréquemment avec des marnes. Il forme, au Nord-Ouest, un massif étendu qui culmine dans le phnom Tadeth, au sud de Pailin; il affleure, en outre, au centre du Cambodge occidental, où il forme le massif du Chang-Hor; enfin, dans la région de Kompong Chnang, le Trias est connu en plusieurs buttes; il existe aussi à l'ouest de Pursat.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *H. Colin* et *J. Augier* (prés. par M. G. Bertrand). — **Floridoside, tréhalose et glycogène chez les Algues rouges d'eau douce** (*Lemanea, Sacheria*).

Ayant antérieurement caractérisé, chez ces Algues, le floridoside et la tréhalose, les auteurs y caractérisent, par une nouvelle méthode, une substance glycogénique, dont la présence n'avait pas encore été démontrée avec une rigueur suffisante. Cette substance représente vraisemblablement l'amidon « floridéen » dont la nature a fait l'objet de nombreuses discussions.

CULTURE DES TISSUS. — *J. André Thomas* (prés. par M. Bouvier). — **Evolution des cultures prolongées de la paroi de la vésicule ombilicale, chez l'embryon du Poulet.**

Dans de telles cultures, on observe au bout d'un certain temps, la transformation de l'épithélium en un réseau; ce n'est pas seulement un phénomène de dégénérescence, mais aussi l'amorce d'une évolution nouvelle. Après plusieurs passages, la culture a le type général d'une culture de fibroblastes. Les cellules entodermo-vitellines, épithéliales, normalement éphémères, sont devenues des fibroblastes, ne se multipliant activement qu'en présence de jus embryonnaire; cependant, ces cellules ont conservé certains caractères propres. Il existe aussi quelques cellules gardant le type épithélial. On peut obtenir, dans certaines conditions, des cultures uniquement entodermiques.

CYTOLOGIE. — *A. Policard* (prés. par M. F. Mesnil). — **Etude par microincinération de la répartition des matières minérales fixes dans les spermatozoïdes des Mammifères.**

Un chauffage modéré donne des préparations dans lesquelles certaines parties de l'élément, complètement réduites en cendres, sont invisibles dans l'examen en lumière transmise, tandis que d'autres parties, demeurées charbonneuses, apparaissent colorées en brun (*anthracogrammes*). En poussant le chauffage on réalise une incinération complète, on étudie la disposition des cendres à l'éclairage à fond noir à de très forts grossissements (spodogrammes). Dans l'ensemble, les spermatozoïdes de Rat fournissent beaucoup plus de matières minérales fixes que ceux de l'Homme. Dans les deux espèces, on peut toujours retrouver au niveau de la tête la présence d'une partie antérieure pauvre en matières minérales et d'une partie postérieure en renfermant beaucoup plus. Comme l'étude microphotographique faite en lumière ultra-violette, les résultats obtenus conduisent à envisager, dans la partie antérieure de la tête et dans son centre, une substance spéciale très réfringente.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *R. Fosse, P. de Græve* et *P.-E. Thomas*. — **Transformation du terme intermédiaire de l'oxydation permanganique de l'acide urique en acide allantoïque, en présence de ferments de Soja et de cyanure de potassium.**

L'oxydation permanganique de l'acide urique en milieu alcalin donne comme produit intermédiaire l'oxyacétylènediuréinecarbonique. L'action des ferments de la graine de Soja, en présence de cyanure de potassium, donne, à par-

tir de ce produit intermédiaire de l'acide allantoïque. Rien ne s'oppose à ce que ce produit se forme aussi, dans la fermentation de l'acide urique et produise, par action purement chimique ou diastasique, l'allantoïne que l'allantoïnase transforme ensuite en acide allantoïque.

— *Swizel* et *Th. Posternak* (prés. par M. Desgrez). — **Sur le noyau phosphoré de l'ichtuline de brochet.**

Le traitement convenable de cette vitelline donne des *ichiotyrines*, polypeptides phosphorés contenant jusqu'à 12,6 pour 100 de phosphore; leurs propriétés rappellent celles des ovotyrines obtenues de même à partir de la vitelline du jaune d'œuf. Elles renferment des glucides; mais l'acide phosphorique y est certainement combiné aux hydroxyles des sérines. Ce mode de liaison se retrouve chez des phosphoprotéides d'origine différente : caséine du lait du vache, vitelline du jaune d'œuf de poule, ichtuline des œufs de brochet, ce qui montre l'importance de l'acide sérine-phosphorique dans le métabolisme des vertébrés.

— *Mme A. Roche* (prés. par M. Desgrez). — **Etude comparée de la constitution chimique du muscle d'animaux normaux, morts d'inanition totale ou d'inanition protéique.**

La teneur en azote total de la poudre musculaire est, en moyenne, de 15,77 pour 100 chez le Rat normal et de 16,75 pour 100 chez les animaux inanitiés; les écarts autour de la moyenne ne dépassent pas alors 2 pour 100. Chez les animaux morts d'inanition, la teneur moyenne est de 16,31 pour 100 avec des écarts considérables entre les chiffres extrêmes. Le phosphore nucléinique diminue au jeûne total et augmente à l'inanition protéique. Le rapport N monoaminé/N diaminé, identique chez le Rat normal et le Rat mort d'inanition totale, est fortement augmenté après inanition protéique. Les divers acides aminés subissent des variations inégales. Les faits ne sont pas favorables à l'hypothèse admettant l'existence d'une protéine de réserve; ils ne peuvent s'expliquer que par une dislocation partielle de la protéine musculaire, déterminant le départ de chaînes polypeptidiques d'acides aminés plus ou moins riches en azote. Lorsque la ration alimentaire ne couvre pas la dépense en azote, la dépense est couverte par les protéines des tissus.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Ch. Nicolle* et *L. Bazolet*. — **L'homme est insensible, même sous forme d'infection inapparente, à l'inoculation des virus aphteux des types connus.**

Les individus mis en expérience ont été inoculés, de trois manières différentes, avec trois virus types O,A,C,. On n'a observé aucune réaction locale ou générale; jamais le sang n'a provoqué le développement de la fièvre aphteuse chez les cobayes ou les porcelets inoculés. Il convient, toutefois, de remarquer que les virus utilisés sont des virus adaptés au cobaye et l'on sait que les propriétés pathogènes de tels virus à l'égard des espèces naturellement atteintes sont quelque peu modifiées.

— *Ch. Nicolle, J. Laigret* et *P. Giroud*. — **Transmission du typhus murin par piqûres et ingestion de puces infectées.**

Le singe peut être infecté par piqûres de puces; les rats peuvent s'infecter par ingestion des puces. C'est d'ordinaire par voie digestive que se fait la transmission du typhus murin de rat à rat. Aucun des animaux infectés, au cours des expériences, par ingestion des puces, n'a présenté de réaction fébrile; aussi ces expériences font elles ressortir l'importance des infections inapparentes dans les typhus.

M. Mascré.

Séance du 7 août 1933

DYNAMIQUE DES FLUIDES. — *C. Camichel, L. Escande* et *E. Crausse*. — **La similitude des barrages mobiles. Expériences de l'usine de Gentille.**

MÉCANIQUE PHYSIQUE. — *A. Lebarthe* (prés. par M. A. de Gramont). — **Détermination directe de la pression moyenne dans les machines thermiques.**

SPECTROSCOPIE. — *A Kastler* (transm. par M. A. Cotton). - **Sur la polarisation de la lumière de fluorescence de la vapeur de mercure pure.**

Dans le phénomène étudié (vapeur Hg pure à basse pression) les atomes conservent leur orientation invariable dans l'espace pendant les opérations successives d'absorption et de réémission. Avec de la vapeur de mercure mêlée à une atmosphère d'azote, on obtient un effet plus intense, mais tout différent. Les atomes entre les deux phases successives de l'absorption subissent de nombreux chocs qui les porte à l'état métastable 2^3P_0 et les réorientent au hasard. Ce cas a été étudié expérimentalement et théoriquement par Richter et Mitchell.

— *D. Chalonge* et *L. Lefebvre* (transm. par M. Ch. Fabry). — **Prolongement du spectre d'absorption ultraviolet de l'ozone vers les grandes longueurs d'onde.**

Une longue colonne d'ozone nécesaire, a été obtenue au moyen d'un appareil spécial construit par l'auteur. Le spectre de cette ozone a été étudié à l'aide d'un spectrographe Hilger à optique de quartz en utilisant comme source un tube à hydrogène. L'absorption est totale au-delà de 3385 Å vers de courtes longueurs d'onde et l'on découvre jusque vers 3660 Å, des bandes nouvelles prolongeant les bandes de Huggins.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *J. Thibaud* (prés. par M. Maurice de Broglie). — **Déviations électrostatiques et charge spécifique de l'électron positif.**

L'auteur montre que l'électron positif subit la déviation électrostatique, dans le sens d'une charge positive et que ce charge spécifique est de l'ordre de grandeur de celle de l'électron négatif, sans être comparable à celle d'autres particules chargées, telles que les protons.

CHIMIE PHYSIQUE. — *M.-L. Josien* (transm. par M. H. Le Chatelier) — **Action dè l'eau de chlore sur l'azotate d'argent. Etude cinétique.**

Le mélange d'eau de chlore et d'azotate d'argent, aboutit à la formation d'un précipité de chlrorure d'argent contenant d'abord la moitié du chlore présent dans la liqueur et s'enrichissant ensuite, au fur et à mesure de la disparition de l'acide hypochloreux formé dans la première étape, jusqu'à correspondre finalement au 5/6e du chlore primitif.

— *P. Jolibois* (transm. par M. H. Le Chatelier). — **Sur la représentation graphique des équilibres chimiques.**

A propos de la Note publiée le 10 juillet 1933 par M. Etienne, l'auteur signale que les résultats énoncés par M. Etienne dans les trois premiers paragraphes de son travail avaient été publiés antérieurement par lui, M. Jolibois.

— *Pichot* (transm. par M. J. Perrin). — **Action des électrolytes sur les solutions de Kaolin.**

CHIMIE ORGANIQUE. — *P. Trunel* (transm. par M. Urbain). — **Sur quelques nitriles et cétones gras bromés..**

L'auteur avait pensé que l'action de magnésiens sur des nitriles bromés homologues, mais à chaîne plus longue, conduirait, après réduction à des imines cycliques à grand noyau. Il a, en fait, obtenu des cétones et non les imines cycliques.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *J. Gubler.* — **Sur l'âge des séries éruptives de l'Indochine méridionale (Cambodge et Cochinchine à l'ouest du Bassac).**

On peut résumer ainsi l'histoire géologique des masses intrusives au Cambodge et en Cochinchine occidentaux : une mise en place anté-hercynienne d'un batholite granitique avec des venues rhyolitiques, puis, lors du plissement hercynien, un magma acide identique a accompagné ou suivi immédiatement des gabbros et des andésites; enfin, à l'époque secondaire, après les mouvements majeurs, les plus grosses masses granitiques ont été mises en place dans un pays désormais stabilisé et soumis seulement à des dislocations verticales. C'est à la faveur de ce dernier genre de mouvements qu'a pu monter le magma basaltique.

— *L. Dubertret* (prés. par M. Jacob). — **Sur la structure de la côte orientale de la Méditerranée.**

La côte orientale de la Méditerranée doit être considérée, jusqu'à une ligne Ouest Sud Ouest-Est Nord Est passant par Marach, comme un pays de horsts et de fossés et non pas comme un pays plissé. Le tensions orogéniques ont affecté surtout le soubassement cristallin et les sédiments se sont conformés et adaptés passivement aux reliefs profonds.

ZOOLOGIE. — *A. Dorier* (prés. par M. Gravier). — **Sur la larve de *Parachordodes violaceus* (Baird).**

Cette larve, la plus petite des larves de Gordiacés connues, possède des caractères morphologiques spécifiques; elle a la propriété de passer à l'état de vie ralentie sans enkystement, aussitôt après l'éclosion, et de reprendre une vie active sous l'action de l'eau physiologique ou des sucs digestifs de certains animaux (*Asellus aquaticus L., Lithobius forficatus L., Trutta iridea Gibb*). En vie latente, elle peut supporter un séjour de plusieurs mois à l'air humide. On peut admettre l'hypothèse d'une infection directe des Coléoptères terrestres qui l'hébergent.

BOTANIQUE. — *H. Jumelle.* — **Les Palmiers de Madagascar.**

Avant 1889, on connaissait neuf espèces comme originaires de l'île. Après les études de Beccari et de ses devanciers, on en connaît cinquante-six. Avec les espèces créées par l'auteur,, ce nombre est de 110, réparties en 18 genres, dont 12 appartiennent exclusivement à Madagascar. La partie de l'île la plus riche en Palmiers est le versant oriental de l'île.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Ch. Richet.* — **Stabilité héréditaire des caractères acquis.**

L'auteur rappelle ses expériences sur le ferment lactique, confirmées ultérieurement par les travaux de ses élèves. Par culture sur milieu arsenical, ou en présence de bromure ou de chlorure de potassium, on obtient des races différentes de la race originelle. La race nouvelle diffère par ses fonctions physiologiques. Ainsi, accoutumé à l'arsenic, le bacille ne pourra presque plus se développer si on le met dans un milieu privé d'arsenic. Il y a stabilité héréditaire des caractères acquis.

BIOLOGIE. — *Bunzó Hayata* (prés. par M. Blaringhem). — **Quelques interprétations de la réduction chromatique.**

L'auteur propose la définition suivante de la vie éternelle : « les êtres organisés, pris dans un sens tout à fait « général et se reproduisant au moyen d'organes sexuels, « transmettent leurs vies à des descendants, en répétant « l'alternance des générations à moins qu'une catastrophe « quelconque ne les extermine ». La vie éternelle change tour à tour d'habitat; elle réside successivement chez un individu diploïdique, puis chez un individu haploïdique. Après quelques interprétations de la réduction chromatique, il conclut que la vie éternelle, se manifestant tour à tour dans des individus diploïques et hoploïques existe nécessairement dans le monde actuel.

M. Blaringhem ajoute quelques remarques à la note précédente et termine par ces conclusions : « La vérité, ajoute M. Hayata, « et en cela je suis en complet accord « avec lui, est que la vie et la mort ne signifient nulle« ment quelque chose d'existant ou d'inexistant, mais si« gnifient réellement quelque chose de semblable à la face « et au revers d'un corps... La vie éternelle ne doit pas « manifester toujours la même vie, ni nous montrer tou« jours la même mort; elle coule, pour ainsi dire, dans « une course sans fin montrant tour à tour la vie et la « mort ».

M. Mascré.

NOUVELLES

Union médicale latine (Umfia). — Une cérémonie d'hommage aura lieu à la rentrée de novembre, à la mémoire de Georges Clemenceau qui; en sa qualité de docteur en médecine, fut le fondateur et le président d'honneur de l'Union médicale latine. Cette cérémonie aura lieu dans le Grand Amphithéâtre. Le produit de la soirée sera affecté à la Chambre qui vient d'être fondée à la Cité Universitaire, sous le double nom de Georges Clemenceau et de l'Umfia, et qui sera attribuée à un étudiant en médecine français.

Vie scientifique et universitaire

Université de Lille. — *Faculté des Sciences.* — M. Pariselle, professeur de Chimie physique et organique, est transféré dans la chaire de Chimie générale.

— La chaire de Chimie physique est transformée en chaire d'Histologie et Embryologie comparée. M. Dehorne est nommé Professeur titulaire à ladite chaire transformée.

— La chaire d'Histologie comparée et Biologie maritime (dernier titulaire, M. Dehorne) est transformée en chaire de Mathématique et Astronomie. M. Gallissot est nommé Professeur titulaire de ladite chaire transformée.

Université de Bordeaux. — *Faculté des Sciences.* — M. Truchet, Maître de conférences, est nommé Professeur de Chimie organique.

M. Milloux, Professeur sans chaire à la Faculté des Sciences de Strasbourg, est nommé Professeur de Calcul infinitésimal à Bordeaux, en remplacement de M. Cousin.

— *Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie.* — M. Colse, Professeur sans chaire, est nommé Professeur de Botanique et Matière médicale.

Le titre de Professeur sans chaire est conféré à MM. Papin, Janneney et Sigalas (Raymond).

Faculté de Montpellier. — *Faculté de Médecine.* — M. Louis Hédon, Professeur sans chaire, est nommé Professeur de Physiologie, en remplacement de M. Emmanuel Hédon.

Université de Rennes. — *Faculté des Sciences.* — M. Le Roux, Professeur de Mécanique rationnelle, admis à la retraite, est nommé Professeur honoraire.

Ecoles de plein exercice de Médecine et de Pharmacie. — *Arrêté du 28 août 1933.* — Art. 1er. — Les cadres des écoles de plein exercice de médecine et de pharmacie peuvent comprendre des agrégés des Facultés de Médecine et des Facultés mixtes de Médecine et de Pharmacie, soit comme professeurs titulaires, soit comme professeurs suppléants.

Les villes où se trouve située une Ecole de plein exercice de médecine et de pharmacie devront s'engager, par délibération du conseil municipal, à accorder aux agrégés nommés dans ladite Ecole :

1° Quand ils sont nommés professeurs titulaires, le traitement des agrégés pérennisés des Facultés des départements ;

2° Quand ils sont nommés professeurs suppléants, le traitement des agrégés non pérennisés et chargés d'enseignement des Facultés des départements.

Les emplois d'agrégés dans les Ecoles de plein exercice de médecine et de pharmacie ne pourront être créés qu'après avis de la section permanente du conseil supérieur de l'instruction publique.

Art. 2. — Les agrégés des Facultés de Médecine et des Facultés mixtes de Médecine et de Pharmacie attachés aux Ecoles de plein exercice de médecine et de pharmacie sont soumis aux mêmes obligations et jouissent des mêmes privilèges et avantages que les agrégés attachés aux Facultés. Ils sont astreints à résider dans la ville où se trouve l'Ecole à laquelle ils sont attachés.

Art. 3. — Les agrégés sortis d'exercice peuvent être nommés directements, sans concours, professeurs titulaires ou professeurs suppléants sans limite de temps dans les Ecoles de plein exercice de Médecine et de Pharmacie sur la proposition du recteur dans le ressort duquel se trouve l'Ecole intéressée.

Art. 4. — Les agrégés en exercice dans une Faculté peuvent être transférés dans une Ecole de plein exercice de médecine et de pharmacie soit comme professeurs titulaires, soit comme professeurs suppléants, sur proposition du recteur dans le ressort duquel se trouve l'Ecole intéressée et après avis de la Faculté à laquelle ils cessent d'appartenir et de la section permanente du conseil supérieur de l'instruction publique.

Quand ils sont nommés professeurs suppléants, ils doivent accomplir en cette qualité une période égale à celle qui leur restait à accomplir dans leur Faculté d'origine.

Art. 5. — Les Ecoles de plein exercice de médecine et de pharmacie pourront également recevoir, pour assurer les fonctions de professeurs titulaires et de professeurs suppléants pour une période de neuf ans, des agrégés directement issus de concours du 2e degré de l'agrégation de médecine.

Cette disposition n'est applicable que pour les sections de l'agrégation de médecine pour lesquelles il est établi une liste unique d'admission.

L'arrêté fixant le nombre des places mises au concours indiquera séparément les places offertes par les Ecoles de plein exercice de médecine, les candidats choisissant d'après leur ordre de classement la Faculté ou Ecole à laquelle ils désirent être attachés.

Art. 6. — Les agrégés nommés professeurs suppléants dans une Ecole de plein exercice de médecine et de pharmacie peuvent être maintenus sans limite de temps dans ces fonctions dans les conditions prévues par l'article 1er du décret du 6 février 1927.

Art. 7. — Les agrégés nommés dans une Ecole de médecine peuvent être transférés dans une Faculté après avis du recteur dans le ressort duquel est située l'Ecole, sur avis favorable de la Faculté intéressée et après avis de la section permanente du conseil supérieur de l'instruction publique.

Dans ce cas, ils sont nommés en qualité d'agregés non pérennisés dans leur Faculté. Leur période d'exercice prend fin à l'expiration d'un délai de neuf ans à compter de leur institution comme agrégé.

Toutefois, lorsque leur nomination comme agrégé est antérieure de plus de six ans à la date du transfert, ils doivent accomplir trois ans de service dans la Faculté où ils sont transférés.

Ecoles de Médecine et de Pharmacie. — Des concours s'ouvriront :

1° A la Faculté de Médecine de Paris, le 10 janvier 1934, pour l'emploi de Professeur suppléant d'Histologie à l'Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Rennes.

2° A la Faculté de Pharmacie de Paris, le 29 janvier 1934, pour l'emploi de Professeur suppléant de Pharmacie et Matière médicale à l'Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Rennes.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Limoges. — Par arrêté du ministre de l'éducation nationale en date du 20 mai 1933 :

Un concours pour l'emploi de Professeur suppléant de la chaire d'Histoire naturelle, à l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Limoges s'ouvrira le mardi, 28 novembre 1933, devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de l'Université de Bordeaux.

Un concours pour l'emploi de Professeur suppléant des chaires d'Histologie et de Physiologie à l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Limoges s'ouvrira le jeudi 30 novembre 1933, devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de l'Université de Bordeaux.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie d'Amiens. — Un concours pour l'emploi de Professeur suppléant de la chaire d'Histologie à l'Ecole préparatoire de Médecine et de Pharmacie d'Amiens, s'ouvrira le lundi 5 février 1934, devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Lille.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

L. F.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 19 — 71e ANNÉE — 14 OCTOBRE 1933

LE MYSTÈRE DES TECTITES

LARMES BATAVIQUES TOMBÉES DU CIEL

par E. BELOT

Directeur honoraire des Manufactures de l'Etat

Un magistral mémoire de M. A. Lacroix, secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, paru en 1932 dans les archives du Muséum, a fait connaître au monde savant tout ce qu'on sait des tectites, soit en Indochine où il en a trouvé une riche collection, soit dans d'autres régions.

Une tectite (de *Têktos*, *fondu*) est un verre noir ou verdâtre, que l'on trouve à une faible profondeur dans des régions très éloignées les unes des autres (Sud de la Bohême, Moravie, Indochine, Cambodge, Malaisie, Insulinde, Australie du Sud et Tasmanie). Ces régions dessinent un arc de grand cercle de 17.000 kilomètres de longueur, incliné d'environ 50° sur l'équateur (fig. 1). Elles ne se trouvent que dans des alluvions tertiaires ou postérieures : elles ont partout une composition très constante, riche en silice et alumine, libres ou combinées avec le fer, la chaux, la magnésie et les oxydes alcalins, elles n'ont aucun rapport avec des produits volcaniques, ni avec la composition du sol où on les trouve.

Leurs formes en poires ou larmes, n'ayant jamais plus de 12 cm. de hauteur, évoquent l'idée des larmes bataviques obtenues en faisant tomber dans l'eau du verre fondu. Comme elles, les tectites ont souvent des vides intérieurs plus ou moins sphériques. Mais en presque totalité, les tectites, fragiles comme du verre, sont brisées en morceaux, où l'on distingue très bien les queues des poires et les surfaces sphériques des bulles intérieures.

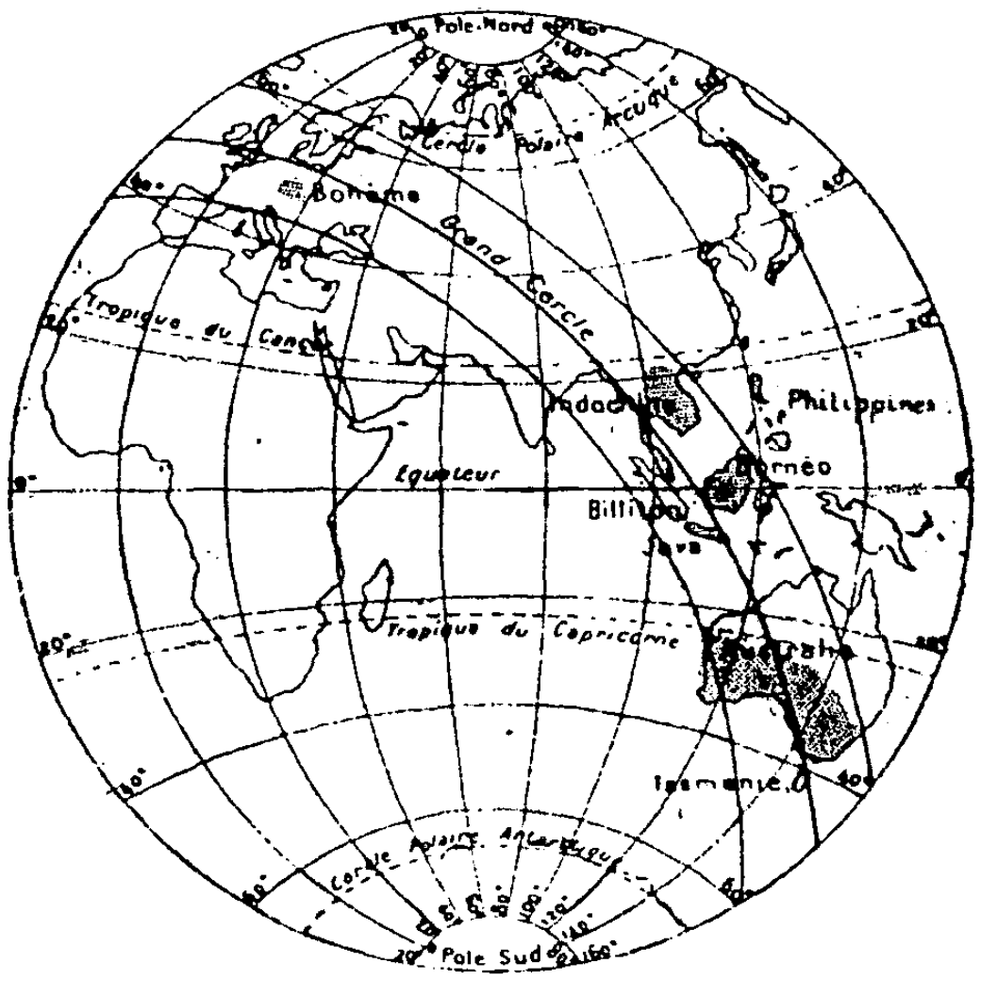


Fig. 1.
Alignement au voisinage d'un même grand cercle des trois régions à tectites : elles sont ombrées sur cette carte.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

En Australie, on trouve surtout des boutons ou gouttes de petit diamètre, manifestant des phénomènes de rotation avec des stries en spirale.

Quand on analyse les gaz résiduels des tectites, on y trouve les mêmes gaz (CO^2, CO, CH^4, Az, H) que dans les météorites. Les fissures et sculptures que l'on constate à la surface des tectites s'expliquent facilement par des corrosions chimiques dans le sol.

Après une longue et intéressante discussion, où M. A. Lacroix examine les autres hypothèses formulées, il se rallie à l'hypothèse extra-terrestre développée par Frank Suess, fils du célèbre géologue, mais il précise que les tectites ne sont pas arrivées à l'état de verre dans notre atmosphère et ont dû s'y former par oxydation *à haute température*.

Après ce résumé sommaire de l'ensemble du mémoire de M. A. Lacroix, il est nécessaire de donner des détails sur les caractéristiques mor-

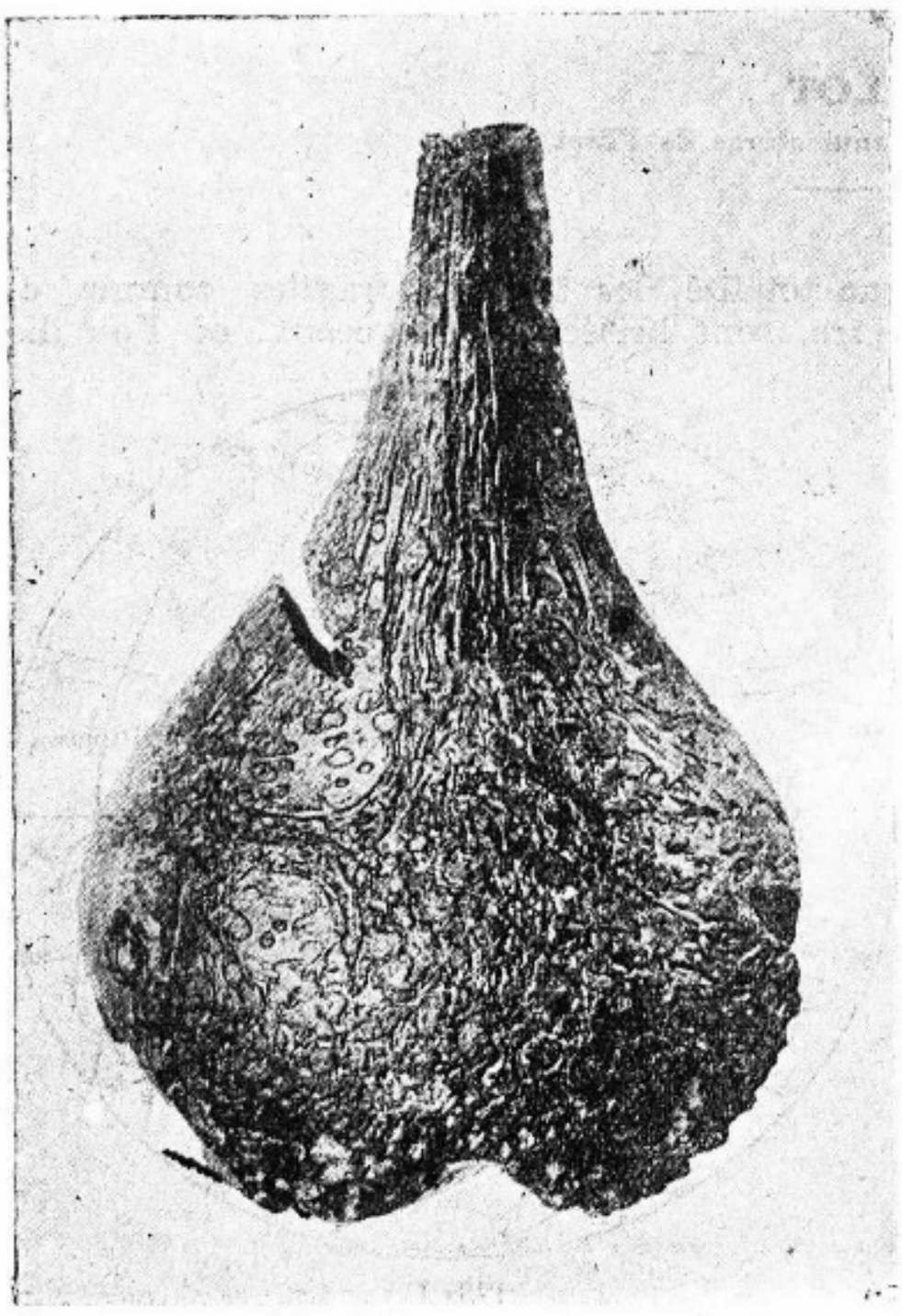


Fig. 2. — Tectite de l'Indochine × 1,5.

phologiques, chimiques et physiques des tectites, ainsi que sur les expériences qui ont permis de les préciser.

Des 43 figures insérées dans le texte et des XII magnifiques planches de photographies qui illustrent le mémoire, nous avons extrait quelques figures donnant l'idée des formes diverses que l'on rencontre dans les régions à tectites.

Les tectites sont toujours de faibles dimensions *n'excédant pas* 12 centimètres : leurs *formes primaires* semblent le plus souvent dériver comme celles des larmes bataviques, des formes en poires ou en larmes (fig. 2 et 3), dont les queues plus ou moins longues se sont brisées, donnant lieu à des bâtons parfois renflés à leurs deux extrémités (fig. 4), à des baguettes mon-

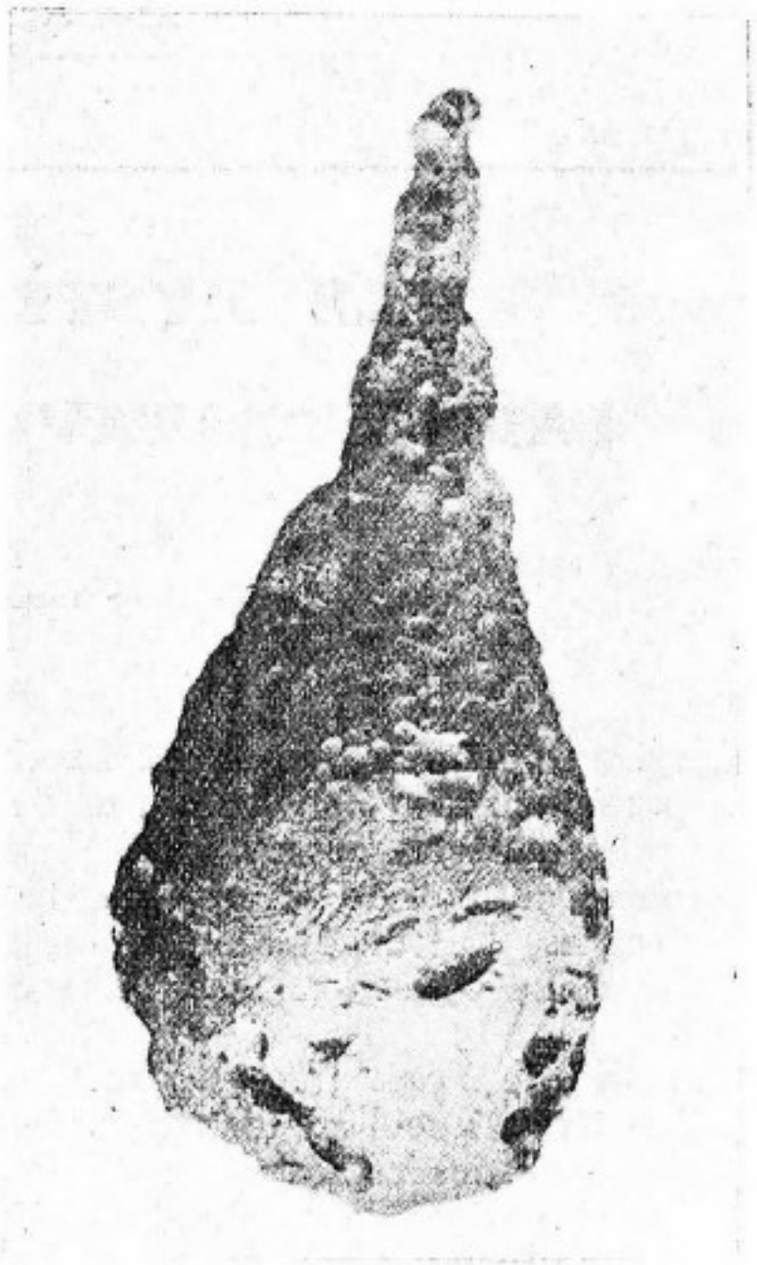


Fig. 3. — Tectite de l'Indo-Chine × 2,25
(Lang Bian et Ile Tan-hai).

trant des fissures d'étirage, et quand les larmes sont brisées, ce qui est le cas le plus fréquent, donnant lieu à des morceaux où l'on voit *les parois assez lisses d'une* ou plusieurs bulles intérieures à la larme (fig. 6). Surtout dans le désert d'Australie, on trouve des formes de rotation assez parfaite (sphères, ellipsoïdes, disques), *présentant parfois un bourrelet* équatorial (fig. 7). Des formes en goutte d'arachide semblent s'être formées par deux gouttes sphériques qui se sont soudées dans leur chute.

Enfin, dans les monts Darwin, en Tasmanie, on trouve *une multitude* de petits fragments de tectites formées par un verre de couleur grise ou vert clair, très riche en bulles allongées.

De toutes ces formes primaires, dérivent des

formes secondaires, soit par action mécanique (cassure et usure dans les alluvions), soit par une action chimique de corrosion. Alors que les surfaces extérieures des formes primaires sont toujours fortement corrodées, la surface interne des bulles l'est souvent très peu, ce qui montre que la cassure de la larme batavique est relativement récente.

Les grains de quartz des alluvions, toujours plus durs que le verre des tectites, les corrode inégalement suivant la dureté du magma fondu et étiré. D'autre part, l'étirement ou les plissements de la masse fondue des tectites donnent lieu à des cannelures ou plissures par corrosion chimique que l'on peut faire apparaître par l'attaque à HFl, ou voir en lumière polarisée qui révèle la biréfringence due à la trempe. L'examen des poudres de tectite au moyen des rayons X, par la méthode de Debye, a montré que leurs spectres ne présentent pas trace de structure cristalline.

Les tectites présentent souvent aussi bien dans les moldavites que dans celles d'Extrême-Orient, des gouttières extérieures vermiformes, ayant des orientations soit radiales, soit parallèles, qui ne peuvent être attribuées au frottement de l'atmosphère dans leur chute à grande vitesse. Elles s'expliquent très bien, selon M. Lacroix, par des corrosions chimiques, suivant les fissures ou les directions d'étirement du verre. L'agent de la corrosion n'a pas eu l'action rapide de l'acide fluorhydrique employé dans les laboratoires : il a suffi, grâce à l'immense durée de l'action chimique d'un acide faible comme CO^2, ou les acides humiques résidus de la végétation (fig. 5).

Toutes les tectites contiennent une faible proportion de rubidium (0,015 o/o). Mais il en est de même pour les obsidiennes de Lipari. Aucune n'a de propriétés magnétiques. Le verre de Darwin (Tasmanie), qui raye le quartz, est la plus dure des tectites ; c'est aussi la moins fusible. Dans un four chauffé progressivement, où la température était mesurée par un couple platine-platine rhodié, un échantillon de verre de Darwin, suspendu par un fil de platine, n'a commencé à s'allonger qu'à 1.400°. Les autres tectites commençaient à s'allonger à 1.200° et l'on a pu ainsi obtenir des larmes avec cannelures d'étirement semblables aux larmes naturelles.

Le tableau suivant, où les tectites des diverses régions ont été classées par ordre de densité croissant avec l'indice de réfraction variant de

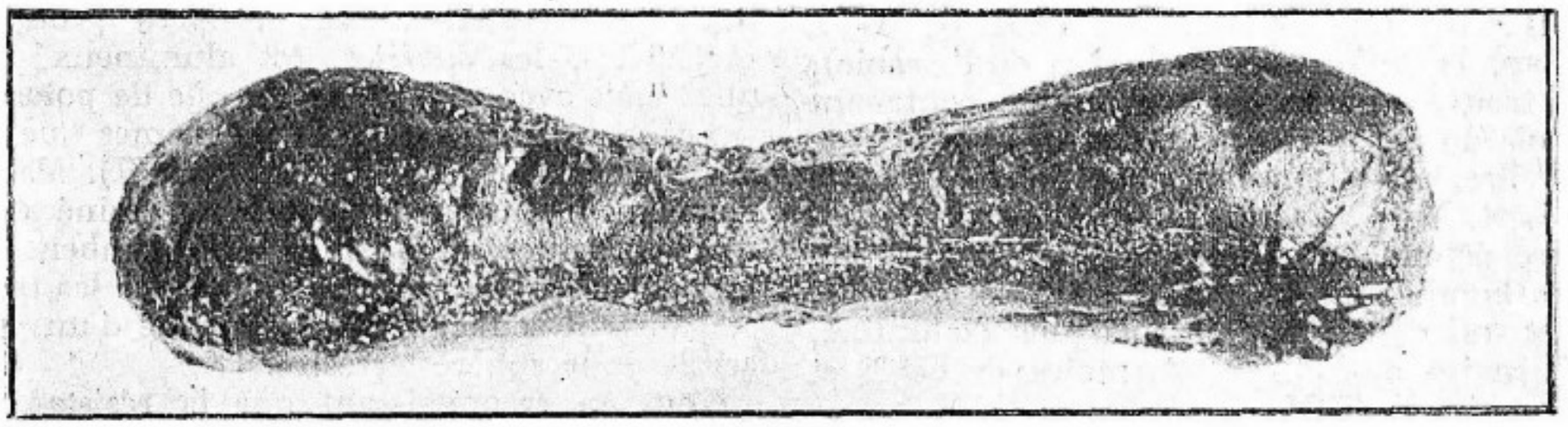


Fig. 4. — Tectite de l'Indo-Chine. (Gr. nat.).

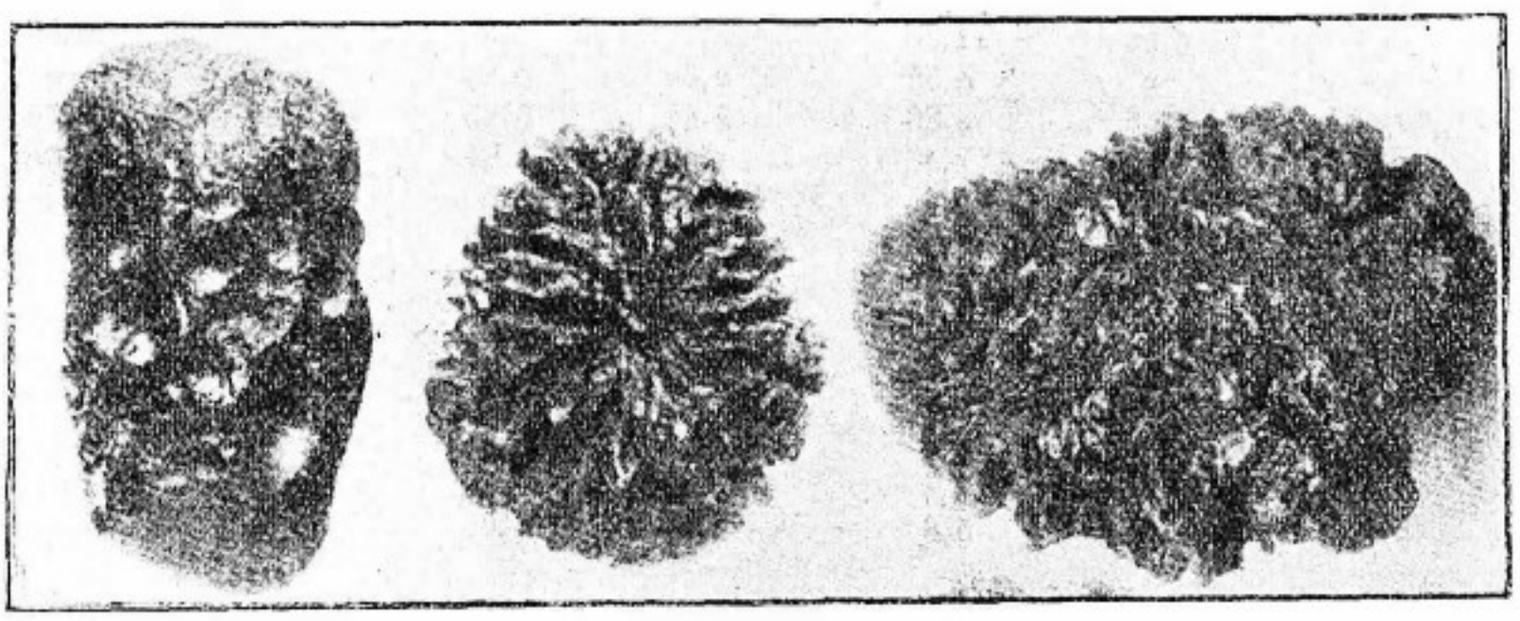


Fig. 5. — Moldavite. (Légère réduction).
Trebič (Tchécoslovaquie).

1,479 à 1,526, pour la lumière du sodium, montre nettement qu'elles constituent une série bien ordonnée caractérisée par la proportion de silice totale, de silice libre, de chaux, d'alumine libre ou combinée, enfin par la prédominance de la potasse sur la soude. Le verre de Darwin contient très peu de chaux feldspathisable, ce qui avec sa grande teneur en silice, lui donne la plus faible fusibilité.

Dans une note aux Comptes rendus (6 mars 1933), M. Spencer a voulu voir l'origine des tectiles dans une émission de cratères, parce que dans la cité de Wabar (désert de l'Arabie), on a trouvé une région volcanique contenant à la fois du fer météoritrique et des bombes de silice vitreuse qui auraient pour origine le sable du désert. M. A. Lacroix ne croit pas cette hypothèse défendable : d'ailleurs, la composition de ces bombes est bien différente de celle des tectites qui contiennent 3 fois plus d'alumine, 2 fois moins de FeO, 8 fois moins de Fe^2O^3 et 4 fois moins de TiO^2.

La classification faite par M. Lacroix des météorites comprend les *holosidérites* (alliages de fer et de nickel), les *syssisidérites* et les *sporadosidérites* à proportions variables de silicates et d'alliages métalliques, enfin les *asidérites* ne contenant que des silicates. Mais ce qui distingue les tectites des asidérites, c'est qu'elles sont riches en silice libre et que les éléments essentiels des tectites (alumine, fer, magnésie, potasse en quantité plus grande que la soude) sont précisément ceux qui sont presque absents dans les météorites. Seul un petit groupe de météorites, les *encrites*, est alumineux, calcique, mais avec plus de soude que de potasse.

Les gaz des tectites sont les mêmes que ceux des météorites (CO^2, CO, CH^4, Az, H). Mais ces dernières n'ont pas de formes déterminées comme les tectites, et de plus elles tombent dans toutes les régions du globe alors que les tectites se trouvent seulement au voisinage d'un grand cercle de la sphère terrestre.

Tout en reconnaissant que la résistance de l'air a dû constituer un appoint calorifique dans la chute des tectites, M. A. Lacroix montre qu'elles ne sont pas entrées dans l'atmosphère terrestre à l'état de blocs vitreux, et qu'il est possible qu'elles se soient formées par l'oxydation violente de météorites uniquement métalliques, contenant surtout du silicium et des métaux légers qui en contact de l'oxygène ont produit une énorme quantité de chaleur volatilisant une partie des produits de la réaction et laissant le reste à l'état de verre fondu (tectite).

M. A. Lacroix m'ayant prié de rédiger une note précisant l'origine possible des tectites d'après l'Astronomie cosmogonique, je lui ai donné les conclusions suivantes :

1° Sachant maintenant que les nébuleuses contiennent de l'oxygène à l'état doublement ionisé (ancien nébulium) et admettant avec tous les astronomes que tous les astres se sont formés dans les nébuleuses, il est probable que les métaux très oxydables comme le silicium,

	Tasmanie verre du Darwin	Moldavite Trébic	Australite Hamilton	Cambodge Smach	Laos Attopen	Indochine Tanahai	Philipines Rosario	Bornéo Martapoera
Densité	2,275	2,341	2,415	2,422	2,440	2,445	2,447	2,498
SiO^2	88,764	80,59	76,25	72,08	70,40	70,58	71,64	69,32
AL^2O^3	6.1327	9.44	11,30	13,21	13,65	13,23	12,53	12,27
Fe^2O^3	»	»	0,35	0,37	0,17	0,10	»	0,06
FeO	1.235	1.98	3,88	4.47	5,13	5.08	5,32	6,81
MgO	0.575	1,73	1,48	1,92	1,94	1,92	2,79	4,05
CaO	0.174	1.84	2,60	2,42	3,00	3,92	3,42	3,72
Na^2O	0.139	0,52	1,23	1,61	1,57	1,43	1,21	1,71
K^2O	1,336	3,15	1,82	2,80	2,72	2,59	2,28	2,32
Ti^2O^2	1.240	0,72	0,65	0,78	1,03	0,99	0,98	1,10
MnO	»	0,09	0,06	0,13	»	0,13	0,10	0,09
SiO^2 libre..	81,30	58,02	51,8	40,8	38,10	37,38	40,68	37,86
Al^2O^3 libre..	4,08	1,84	2,7	3,06	2,65	0.82	1,94	2,04
M^3SiO^3	1,40	4,30	3,7	4,80	4,80	4,80	7,00	10,10
$FeSiO^3$	0,26	2,64	5,8	6,73	7,66	7,79	8,18	10,69

L'origine extra-terrestre des tectites.

D'après le tableau précédent, on voit qu'au point de vue chimique, les tectites constituent une série lithologique très homogène et très caractéristique. Or, dans aucune région du globe, l'on ne constate, sur de tels espaces une semblable uniformité chimique et une structure exclusivement vitreuse de tous les types d'une série. Aussi M. A. Lacroix conclut en rejetant l'hypothèse de la production des tectites comme les obsidiennes et verres volcaniques qui ont constamment des traces de cristallisation que ne présentent jamais les tectites.

Après avoir rejeté l'hypothèse des fulgurites et des sels déshydratés, M. Lacroix en vient à comparer les tectites aux météorites, mais sans admettre avec M. Frank Suess que les sculptures des tectites soient dues à l'action de l'air dans leur chute rapide.

l'aluminium, le calcium, le potassium, le magnésium et le sodium étaient déjà oxydés dans la nébuleuse originelle.

2° D'autre part, la densité moyenne des tectites (2, 4) est probablement voisine de celle de la surface de la Lune, dont la densité moyenne est 3,33. Seul un satellite tombant sur la terre peut donner à sa surface une trajectoire circulaire pour ses éclats.

3° La loi des distances des satellites de la Terre ($X^n = 0{,}35 + 2{,}897\,2^n$) donne un satellite qui pour $n=3$ était à la distance 24,67, soit un peu moins de la moitié de la distance de la

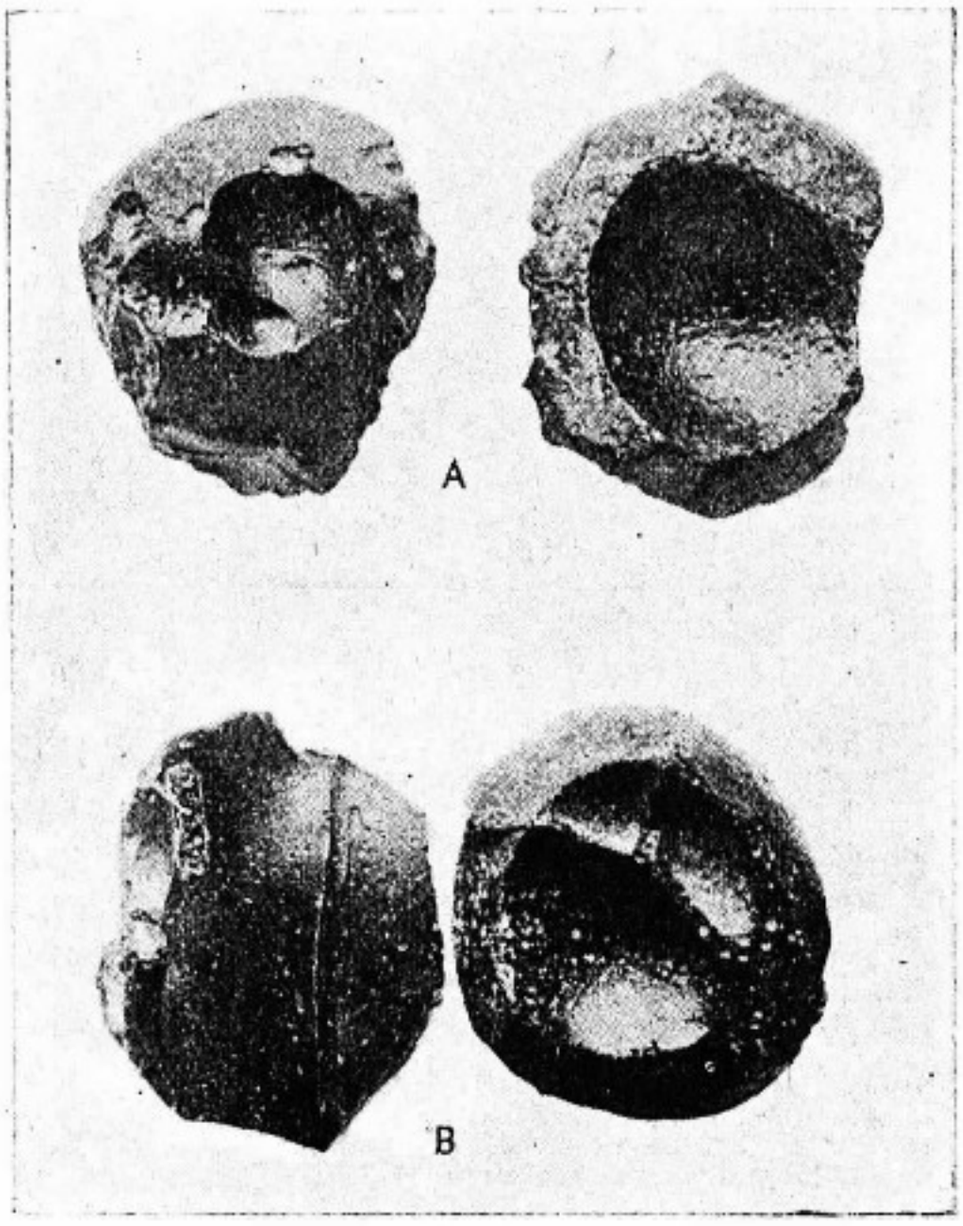


Fig. 6. — Tectites de l'Indo-Chine. (Lang Bian). (Gr. nat.)

Terre à la Lune. Ce satellite n'existant plus, a dû tomber dans la région intertropicale de la Terre provoquant les surrections orogéniques de l'ère tertaire (Alp-Himmalaïennes) alors que les 3 autres satellites correspondent aux plissements antérieurs (Huroniens, Calédoniens, Hercyniens). Or les tectites se trouvent partout dans les alluvions anciennes d'âge quaternaire ou tertiaire, c'est-à-dire telles que la chute au tertiaire du satellite X_3 aurait pu les produire.

4° Un satellite tombe sur la Terre avec une vitesse d'au moins 8 km.-sec., suivant un grand cercle (comme les régions à tectites de la Terre) qui peut atteindre une inclinaison de 49°12' $= 2 \times 24°36'$ sur l'équateur si le satellite a atteint l'équateur terrestre à l'origine. Or les régions à tectites dessinent sur la Terre un grand cercle tangent au S.O. de Bornéo et faisant un angle d'environ 50° avec l'Equateur.

5° Le satellite X_3 a mis 1 heure 23 minutes à faire le tour de la Terre et 35 minutes seulement à parcourir les 17.000 km. qui séparent la Moldavie de la Tasmanie en allant vers l'Est sur sa trajectoire. Il a pu faire plusieurs tours de la Terre dans la haute atmosphère avant de

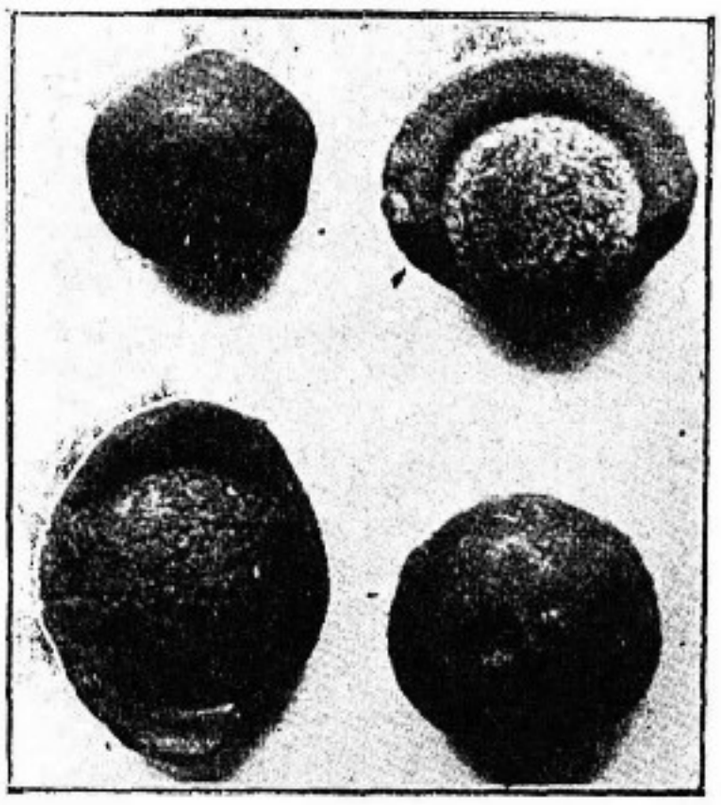


Fig. 7. — Australites. (Coll. Muséum).

tomber au bout de plusieurs heures et après éclatement en morceaux (1) dont les parties fondues constituent les tectites. D'ailleurs le calcul montre que l'énergie fournie à la matière par l'annihilation de la vitesse de 8 km.-sec. suffit largement à la fusion des tectites.

En résumé les données astronomiques correspondant au satellite X_3 tombé sur la Terre au tertiaire permettent de préciser l'origine extraterrestre des tectites démontrée par M. A. Lacroix par des arguments minéralogiques.

(1) Le satellite X_3 devait, comme la Lune autrefois, avoir absorbé dans sa croûte une certaine quantité d'eau qui, mise en vapeur sous pression par la chaleur du choc contre la haute atmosphère de la Terre, a dû projeter dans l'espace des morceaux de sa croûte.

LES DIVERS TYPES D'EMPOISONNEMENTS PAR LES CHAMPIGNONS

par Marcel JOSSERAND

La question des empoisonnements par les champignons est assurément une de celles qui ont été le plus profondément remaniées par les travaux récents et les conceptions anciennes ont dû subir, sur beaucoup de points, un véritable bouleversement. Les erreurs, les contradictions, les polémiques furent nombreuses ; elles sont maintenant choses du passé ; un travail de décantage s'est opéré et, bien qu'en Science rien ne puisse jamais être qualifié de définitif, il est permis de considérer qu'on est aujourd'hui bien au clair sur ce sujet, au moins dans ses grandes lignes. Nous nous proposons d'en donner ci-dessous un aspect général (1).

***

Tout d'abord, il convient de faire justice de la classification simpliste qui divise les champignons en deux groupes et deux seulement : les bons et les mauvais. La Nature est plus graduée et plus complexe aussi. En réalité, les quelques 2 ou 3 milliers d'espèces charnues qui existent en Europe, comprennent des champignons *de tous les degrés possibles de toxicité*, depuis ceux dont l'ingestion est à peu près toujours mortelle, jusqu'à ceux simplement indigestes. Les espèces comestibles sont à l'une des extrémités de cette gamme *à laquelle elles se rattachent sans coupure profonde.*

Ces différences de toxicité d'une espèce à une autre ne proviennent pas de ce qu'un même principe nocif s'y rencontre à des doses plus ou moins élevées ; elles s'expliquent par la diversité des poisons qui varient selon l'espèce.

Si l'on réunit, si l'on classe ensemble, comme il est logique de le faire, les espèces contenant les mêmes corps nocifs, on arrive à constituer une série de six ou huit *groupes toxiques* caractérisés chacun par un poison *différent* qui produit chez l'homme un empoisonnement *différent*, reconnaissable à des symptômes *différents* et justifiable, point capital, d'une thérapeutique *différente.*

Ce sont ces groupes toxiques que nous allons passer en revue en indiquant sommairement pour chacun d'eux *a*) les principales espèces qui les constituent, *b*) les poisons qu'elles contiennent, *c*) les symptômes essentiels qu'elles provoquent, *d*) le traitement qu'elles appellent.

Nous classerons ces groupes par ordre de toxicité croissante.

Premier groupe.

Les champignons comestibles. — Ceci ne veut pas être un paradoxe. Les champignons sont des végétaux un peu mystérieux, un peu inquiétants et les plus comestibles d'entre eux donnent parfois des surprises. Il existe chez eux des corps encore mal définis, auxquels certains organismes, cependant robustes, gastriquement parlant, sont extraordinairement sensibles. Il est bien établi que certaines personnes supportent mal les champignons ou même, chose extrêmement intéressante, ne sont indisposées que par une seule espèce, parmi celles qui sont comestibles, s'entend. C'est ainsi que nous connaissons une dame qui digère fort bien les champignons, mais qu'intoxique nettement le plus comestible de tous, *Pratella campestris*, frère sauvage du champignon de couche. Cette spécialisation dans l'intolérance ne peut pas ne pas faire songer à ces anaphylaxisés qu'empoisonnent non pas i'importe quelles fraises, mais seulement celles cultivées dans tel canton de la Suisse !

A côté des empoisonnements par espèces comestibles, provenant d'une intolérance individuelle, il faut mentionner ceux, peu graves et à forme gastro-intestinale, qui surviennent par apparition soudaine d'un corps toxique chez des espèces normalement inoffensives. C'est le cas, notamment, de *Clitocybe nebularis* dont il se consomme, chaque année, en France, de nombreuses tonnes, dont cependant les auteurs ont signalé les méfaits à deux reprises et que nous avons vu, nous-même, causer un empoisonnement familial (non mortel)dans la région lyonnaise. Il est absolument impossible, dans l'état

(1) Cette étude étant sous presse, nous avons reçu de Martin-Sans, un de nos meilleurs spécialistes en la matière, une brochure à laquelle nous renvoyons ceux qu'intéressent ces questions de myco-toxicologie. (E. Martin-Sans, *Les empoisonnements par champignons*, 1933).

actuel de nos connaissances, d'expliquer cette toxicité inopinée apparaissant chez une espèce classiquement comestible. Aucune des sept ou huit hypothèses mises en avant pour rendre raison de ce phénomène dûment constaté ne supporte une critique un peu serrée.

Deuxième groupe.

Champignons purgatifs. — Ce groupe est essentiellement constitué par les espèces du genre *Clavaria* (fig. 1). On ose à peine parler d'empoi-

Fig. 1.
Clavaria formosa. Beaucoup de Clavaires ont une action purgative assez nette. Aucune n'est véritablement toxique. (légèrement réduit).

sonnement en l'occurrence car la perturbation se borne à une action purgative (due à des principes anthraquinoniques) très souvent nulle, en général modérée, rarement drastique, jamais inquiétante.

Troisième groupe.

Champignons âcres, à action irritante. — Nous plaçons ici tous ceux des Lactaires et Russules dont la chair est poivrée (*Lactarius torminosus, turpis, rufus, Russula fragilis, badia, sardonia,* etc.). Ces champignons, simplement irritants, ne peuvent encore être appelés vénéneux. Nous comparons volontiers l'effet produit par leur ingestion à celui que donnerait l'absorption d'une énorme dose de poivre ou de moutarde : une forte irritation gastro-intestinale. Aucune thérapeutique pour cet empoisonnement qui n'en est pas un, sinon une demi-diète et un régime doux pendant un jour ou deux.

Quatrième groupe.

Champignons à atropine. — Ici, grosse confusion terminologique, source de graves erreurs thérapeutiques. En voici un résumé. Il existe un champignon très commun et bien connu, d'un beau rouge vernissé, semé de pustules blanches : *Amanita muscaria.* Connu pour toxique (moins qu'on l'a dit, d'ailleurs) il céda à l'analyse un corps aussitôt baptisé *muscarine* puisque extrait d'*A. muscaria.* Des expériences faites avec la muscarine montrèrent qu'elle admettait un contre-poison particulièrement efficace : le sulfate d'atropine.

Mais des recherches plus poussées montrèrent ultérieurement que la muscarine contenue dans *A. muscaria* ne jouait qu'un faible rôle dans les empoisonnements causés par cette espèce dont la nocivité était due à un *deuxième* principe nuisible, bien plus agissant, celui-là. Et quel était ce deuxième principe ? Une myco-atropine, précisément, c'est-à-dire un corps chimiquement très voisin du contre-poison du premier !

On pourrait donc presque dire qu'*A. muscaria* possède le curieux privilège de renfermer deux poisons antagonistes qui s'annulent : la muscarine et une atropine. En réalité, il n'en est pas tout à fait ainsi ; la teneur en atropine excède trop largement celle en muscarine pour qu'il y ait neutralisation.

En résumé, ce type d'empoisonnement, s'il peut être qualifié de *muscarien* (dû à *A. muscaria*) ne saurait être dit *muscarinien* (ce qui signifierait : causé par la muscarine). Cet empoisonnement est *atropinien.*

Ignorer cette distinction entre les mots *muscarien* et *muscarinien* (d'ailleurs à rejeter parce que générateurs d'équivoques), croire que l'empoisonnement causé par *Amanita muscaria* est dû à la muscarine, entraînerait à prescrire de l'atropine comme contre-poison (ce qui a été dit et écrit, tout récemment encore) alors que le malade est justement sous le coup d'une intoxication atropinienne ! On ne ferait ainsi que prêter main forte au mal au lieu de l'atténuer ! Ceci montre bien qu'il n'y a pas dans ce qui précède, qu'une simple querelle de mots, mais un point essentiel de myco-toxicologie se traduisant par un complet renversement de thérapeutique.

Les symptômes déclenchés par *A. muscaria*

(et par *A. pantherina* qui appartient au même groupe toxique) sont assez bruyants ; le malade s'agite, parle, veut se lever, y réussit parfois en dépit de son entourage auquel il tient des discours animés qu'il s'en va même poursuivre jusque dans la rue, donnant le spectacle d'une véritable *ébriété atropinienne*. Parfois, ce délire est plus discret ; le malade est plongé dans une extase diffuse plutôt agréable. Cet état se modifie de lui-même et nous nous demandons si le meilleur traitement ne consiste pas à attendre et à laisser faire la *natura medicatrix*. A défaut de traitement spécifique, à proprement parler, on pourra toujours soigner les symptômes qui sont assez variés et dont le délire n'est que le plus fréquent. On devra aussi provoquer l'évacuation des champignons qui se trouveraient encore dans le tube digestif et qui n'auraient pas été déjà expulsés dans les sèlles ou les vomissements.

Cinquième groupe.

Champignons à muscarine. — Nous avons vu que chez *A. muscaria* et *A. pantherina*, c'était l'atropine qui jouait le rôle essentiel, alors que la muscarine n'intervenait presque pas ; mais il existe un grand nombre d'espèces qui, elles, ne contiennent que de la muscarine et provoquent un type d'empoisonnement auquel, par opposition au groupe précédent, on pourrait appliquer l'épithète d'empoisonnements *muscariniens vrais*. Si l'on est d'avis d'abandonner les mots *muscarien* et *muscarinien* dont le sens est aussi différent que possible (*cf. supra*) et dont la similitude entraîne forcément des confusions, on pourra qualifier ce type de type *sudorien*, ainsi que l'a proposé fort judicieusement Martin-Sans, en raison du symptôme essentiel, dominant, qui le caractérise et le différencie brutalement de tous les autres : le malade ruisselle littéralement dans un véritable bain de sueur et, à ce seul signe, un médecin un peu au courant des empoisonnements fongiques. peut faire son diagnostic.

On jugera de l'importance qu'il y a à repérer un empoisonnement muscarinien lorsque nous aurons rappelé que, de tous les types de mycointoxications graves, c'est celui à l'égard duquel nous possédons la thérapeutique la plus efficace, L'emploi du sulfate d'atropine donne, en effet, des résultats merveilleux. Il faut, pour apprécier pleinement cette médication, avoir vu le cobaye auquel on vient d'injecter la solution toxique de muscarine, présenter rapidement de graves symptômes, tomber sur le flanc, ne plus pouvoir se traîner, donner en somme l'impression (d'ailleurs exacte, si l'on n'intervenait pas) que sa mort est l'affaire de quelques instants ; il faut ensuite l'avoir vu ressusciter littéralement dans la minute qui suit l'injection rétablissante de sulfate d'atropine. Il va, vient, flaire de droite, de gauche, semble reprendre contact avec ce monde qu'il a été à deux doigts de quitter et se réconcilie bientôt avec lui en grignotant les aliments qu'on lui présente.

Les espèces qui composent ce groupe sont presque toutes comprises dans les genres *Clitocybe* et *Inocybe* (fig. 2). Elles sont assez nombreuses et excèderont certainement une trentaine quand leur dénombrement sera terminé.

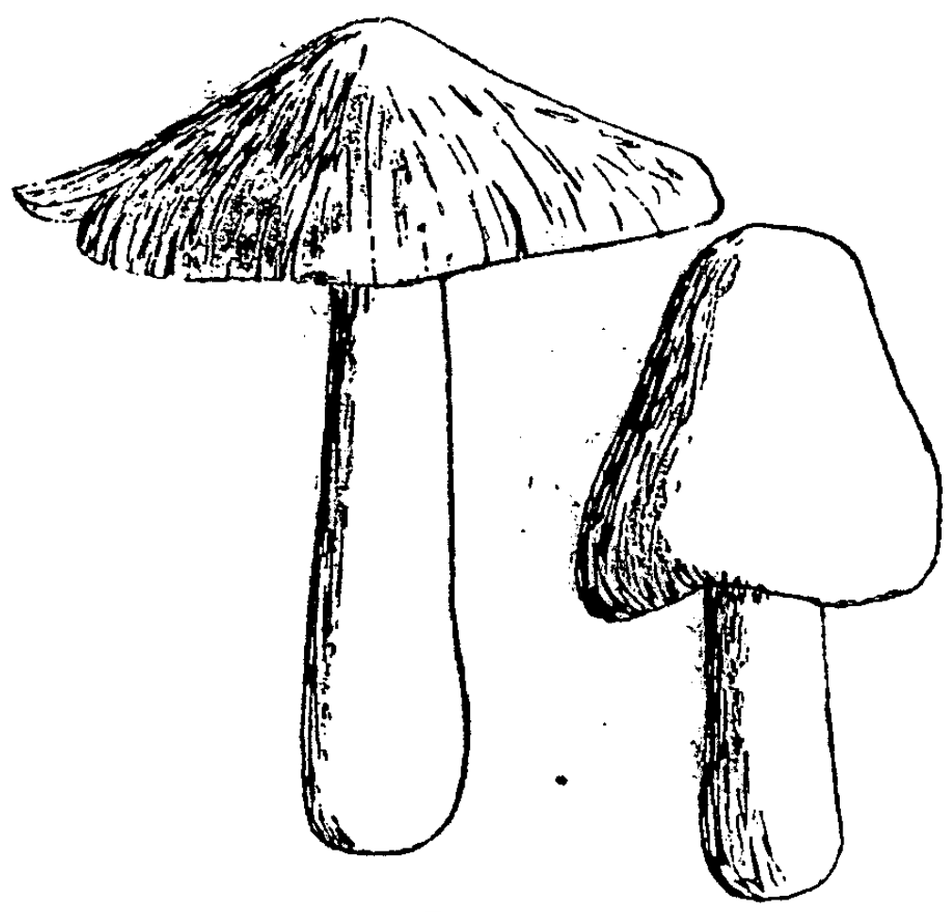


Fig. 2.
***Inocybe Patouillardi*. Cet Inocybe n'est que l'une des nombreuses espèces produisant l'empoisonnement sudarien. (légèrement réduit).**

En résumé, l'empoisonnement muscarinien vrai (=sudorien) est un des plus nettement caractérisés, grâce à un symptôme majeur qui ne fait jamais défaut : une sudation extraordinairement abondante. C'est aussi l'un de ceux qui comportent le contre-poison le plus exactement adapté : le sulfate d'atropine.

Sixième groupe.

Champignons donnant une gastro-entérite grave. — Ce groupe pourrait se fondre avec le troisième, car il n'est pas prouvé qu'il y ait une différence essentielle entre les corps toxiques qui les caractérisent l'un et l'autre. Cependant, pour plusieurs raisons, nous croyons préférable de ne pas les réunir. Les troubles causés par les espèces de ce sixième groupe sont d'ailleurs incomparablement plus graves que ceux du troisième groupe. Ils consistent surtout en une action éméto-cathartique très prononcée ; le malade vomit sans répit et est atteint de diarrhée abondante. Il n'existe aucun traitement rigoureusement spécifique de ce type

d'empoisonnement qu'on jugulera d'ailleurs assez bien : *a*) en débarrassant le tube digestif par des lavages d'estomac, des purgations ou des lavements, *b*) en instituant un petit traitement symptomatique. *Tricholoma pardinum* (=*T. tigrinum*) et surtout *Entoloma lividum*, sont les espèces les plus redoutables de ce groupe. On cite de très rares cas mortels.

Septième groupe.

Champignons hémolytiques. — Ce type d'empoisonnement n'est pas français ; il est germano-autrichien et surtout tyrolien. Non pas que le champignon qui le produit n'existe pas en France, mais, dans notre pays, il n'y commet pas les méfaits par lesquels il se signale dans les contrées de langue allemande et ceci est longtemps resté un mystère. En France, en effet, on vend couramment cette espèce sous le nom, d'ailleurs inexact mais flatteur, de Morille. En réalité, il ne s'agit pas d'une Morille au sens strict du mot (fig. 3), mais bien une

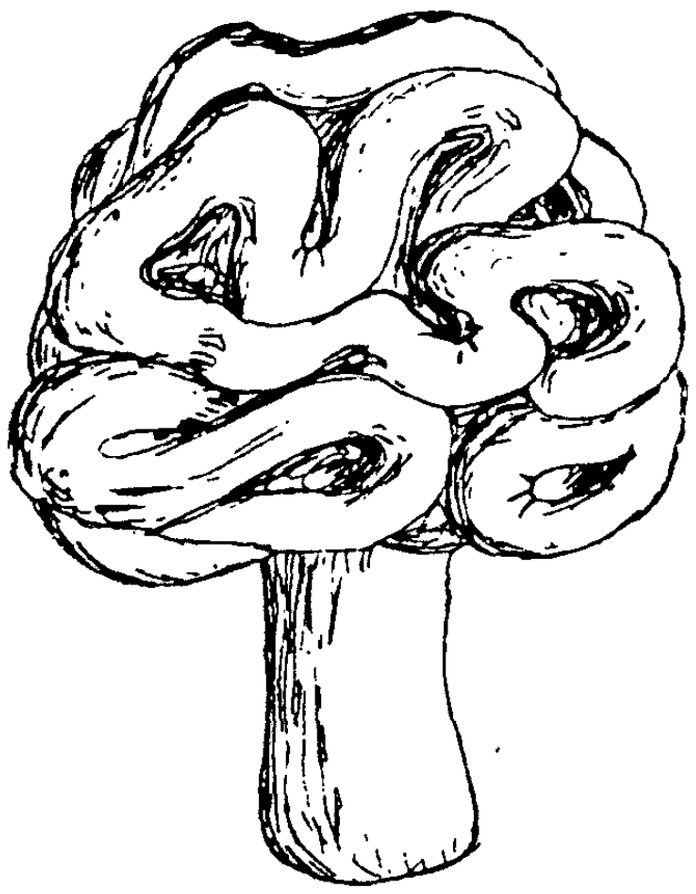


Fig. 3.

Gyromitra esculenta. Cette espèce, que l'on vend couramment sous le nom, botaniquement faux, de Morille (cf. fig. 4, une Morille, *sensu stricto*) est très estimée en France. Elle a causé de nombreux accidents dans d'autres pays. (légèrement réduit).

Gyromitre (*G. esculenta*, fig. 4). Dans le Tyrol, cette même espèce a causé des empoisonnements sans nombre et souvent mortels.

On a longtemps épilogué sur cette singularité. Plutôt qu'incriminer, comme on l'a fait, la nature du sol, il est bien préférable d'admettre que le poison de *G. esculenta* est thermolabile et détruit par une bonne cuisson. Dans l'Europe centrale où on consomme cette espèce crue ou peu cuite ou *mal* cuite, l'acide helvellique n'est pas modifié et conserve ses redoutables propriétés hémolysantes. En France où l'on préfère toujours les aliments « fricotés », *i. e.* cuits à petit feu mais longtemps, la chaleur atteint en profondeur toutes les parties du

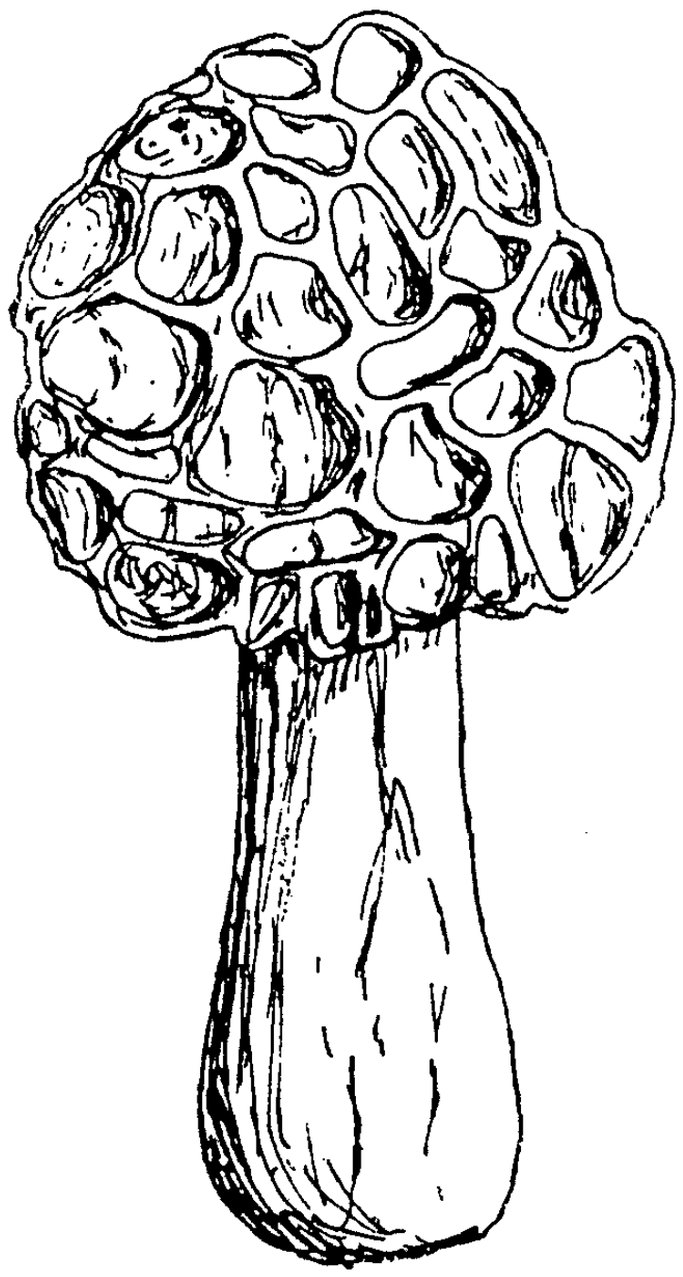


Fig. 4.

Morchella rotunda. Les alvéoles du chapeau sont nettement délimités ; c'est là la caractéristique des Morilles, tandis que dans le genre *Gyromitra* (fig. 3) les replis sont contournés, méandrés et ne constituent pas d'alvéoles définis. (légèrement réduit).

champignon, l'acide helvellique est entièrement détruit et le mets devient inoffensif.

Gyromitra esculenta est pratiquement la seule espèce donnant l'empoisonnement par hémolyse. Peut-être, cependant, pourrait-on lui adjoindre *Sarcosphæra coronaria*.

Huitième groupe.

Champignons donnant l'empoisonnement phalloïdien. — Ce groupe est le dernier et le plus grave de tous. Avec lui, nous arrivons au point culminant de notre ascension sur l'échelle de la toxicité. A moins de circonstances atténuantes, telles que insignifiance de la quantité absorbée ou rejet du repas par vomissements

(1) on peut dire que toute personne ayant consommé des espèces de ce groupe est condamnée à mourir dans des souffrances réellement très grandes parce que vives, prolongées et accompagnées d'une sensation *d'angoisse* qui en augmente l'atrocité.

La gravité de ce type d'empoisonnement vient de la nature du poison qui le provoque, sans doute, mais aussi de ce que les premiers symptômes n'apparaissent que très tardivement, rendant ainsi impossible toute thérapeutique précoce. Si la victime consomme les champignons vénéneux au repas de midi, par exemple, elle vaque toute la journée à ses affaires sans le moindre malaise. Le soir, elle dîne de bon appétit. Elle est, apparemment, en excellente santé. En réalité, elle est comme les guerriers du poète : « jeunes hommes *déjà morts virtuellement* » ! 8, 12 heures, parfois 20 heures ou davantage, après le repas, éclatent les premiers symptômes. Douleurs abdominales intolérables, vomissements ininterrompus (nous avons vu un malade empoisonné par *Lepiota helveola* que nous faisons rentrer dans ce groupe toxique, vomir *pendant* 15 *heures consécutives* !), diarrhée abondante, crampes musculaires, etc. Enfin, souvent, cette angoisse phalloïdienne, déjà mentionnée, qui complète le tableau clinique. Plus que la nature même de ces divers symptômes, leur apparition *tardive* doit permettre au médecin de poser son diagnostic.

Celui-ci établi, quel traitement devra-t-il instituer ? La réponse à cette interrogation est tout particulièrement intéressante puisque l'empoisonnement phalloïdien est le plus grave de tous et qu'il ne saurait être question, dans ce cas, de laisser agir la nature, trop vivement pressée et attaquée pour pouvoir se défendre par ses propres moyens. Hélas, de thérapeutique certaine, efficace à coup sûr, d'emploi commode, il faut bien dire qu'il n'en est guère. Nous ne pouvons discuter ici en détail toutes celles qui ont été proposées, depuis les plus empiriques, au parfum de sorcellerie moyennageuse, jusqu'à celles inspirées par les méthodes les plus rigoureusement pastoriennes. Disons seulement qu'une des plus rationnelles a été proposée par le Dr Dujarric de la Rivière qui a préparé un sérum « antiphallinique » auquel on ne peut refuser des guérisons bien constatées et obtenues dans des circonstances spécialement probantes. Depuis ces premiers succès, quelques échecs ont montré le rapide vieillissement de ce sérum dont l'emploi pratique, au surplus, exigerait la création d'un dépôt dans toutes les communes ou, tout au moins, dans tous les chefs-lieux de canton de France, dépôts qui devraient tous être renouvelés fréquemment, avant que le sérum ne perde ses propriétés anti-toxiques. Les difficultés de fabrication rendent cette diffusion bien problématique.

La méthode récemment préconisée par Li-

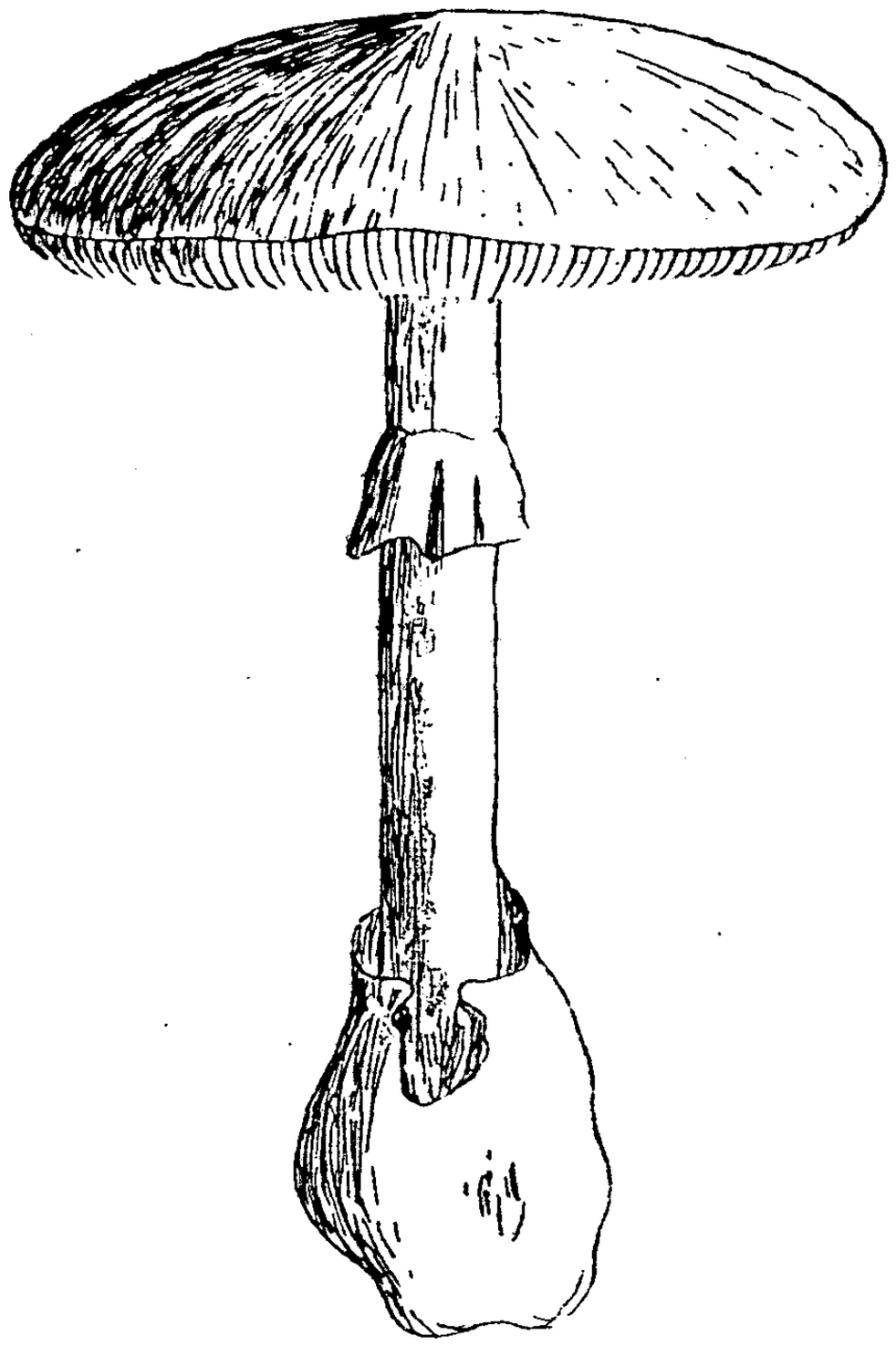


Fig. 5.

Amanita phalloides. **Cette figure en noir ne peut donner que l'allure générale de cette espèce mortelle. D'autres Amanites (comestibles ou vénéneuses) ont en commun avec elle l'anneau membraneux et la base bulbeuse enveloppée d'une volve. (légèrement réduit).**

mousin et Petit (ingestion de cervelles et de tubes digestifs de lapin) devra encore faire ses preuves avant d'être définitivement admise. Dès maintenant, on peut conseiller de la mettre en œuvre car elle ne saurait nuire.

Nous ne parlerons pas des anciens traitements, tels que la saignée massive, dont la vogue semble avoir disparu.

En résumé, on cherche mais on n'a pas encore trouvé. Les biologistes sont à l'œuvre ; on ne peut qu'avoir foi en leur ténacité.

(1) Ces vomissements libérateurs ne sauraient provenir de l'empoisonnement lui-même, car ceux qu'il déclanche sont tardifs au point de ne survenir que quand l'aliment fatal a quité l'estomac et est passé dans l'intestin : il faudrait une autre cause, telle qu'excès alimentaire, etc.

Bien entendu, à défaut de médication spécifique, on pourra toujours et même on devra instituer un traitement symptômatique (employer les toni-cardiaques, etc.).

Nous n'avons pas encore dit quelles sont les espèces produisant ce type d'empoisonnement. Contrairement à ce que croit le grand public, elles sont peu. On en compte 2 ou 3, pas davantage. D'abord et avant toute autre, l'Amanite phalloïde (*Amanita phalloides*, fig. 5, et sa variété *verna*), qui cause assurément plus des 9/10 des empoisonnements mortels. Cette espèce est très commune ; on en a popularisé l'image dans un but louable de prophylaxie ; malheureusement, les représentations, en général assez grossières, qu'on en a données sont plutôt nuisibles qu'utiles du fait de la dangereuse sécurité qu'elles donnent aux amateurs. La mauvaise qualité de ces reproductions permet de leur appliquer le mot de l'humoriste : cette espèce ne ressemble pas à ses portraits.

Ensuite, *Amanita virosa*, d'une toxicité un peu moins élevée que la phalloïde, mais très comparable cependant. Espèce rare ; nous ne la trouvons qu'à d'assez grands intervalles, dans les sapinières siliceuses de la région lyonnaise.

Enfin, *Lepiota helveola* que nous avons vu causer la mort d'une femme avec des symptômes si voisins de ceux produits par la phalloïde que nous avons proposé de la faire entrer dans le même groupe toxique. C'est la moins dangereuse des trois espèces qui le composent.

Quant aux corps toxiques contenus dans ces espèces, nous regrettons d'avouer que nous n'en avons encore qu'une connaissance hypothétique, du moins pour certains d'entre eux. La phalline des anciens auteurs a changé de nom et c'est un bien, car il est possible que plusieurs corps aient été désignés collectivement sous ce vocable. Le tout dernier point de vue en cette matière est le suivant. L'Amanite phalloïde contiendrait au moins trois poisons, l'un (Amanita-hémolysine) à action hémolysante très active *in vitro*, presque sans action *in vivo* parce que doublement sensible à la chaleur et aux sucs gastriques ; les deux autres, thermostabiles, s'attaquant, l'un au foie, l'autre à la matière nerveuse (Limousin). Nous avons quelques raisons de croire que ce tableau n'est pas définitif.

***

Dans les lignes qui précèdent, nous avons volontairement omis un certain nombre de points secondaires que nous avons éloignés à dessein pour ne pas enlever à cette étude son caractère un peu schématique. Si nous la résumons rapidement, en quittant le terrain théorique pour nous placer exclusivement sur le terrain pratique, nous voyons qu'il se dégage les données essentielles suivantes :

1° Il n'y a pas *une* façon de s'empoisonner avec les champignons ; il existe, au contraire, une huitaine de types de myco-intoxications. Ces types sont caractérisés chacun par un poison différent et ils produisent chacun un syndrôme particulier. Ce syndrôme est très important à reconnaître car, à chacun de ces groupes, correspond une thérapeutique appropriée.

2° L'immense majorité des intoxications *mortelles* est due à l'Amanite phalloïde. Il s'en suit que les empoisonnements par les champignons seront rayés des cadres de la mortalité du jour où chacun connaîtra, non pas le monde des champignons — monde complexe et divers et d'abord difficultueux s'il en est ! — mais l'unique espèce qui porte à elle seule plus des 9/10 de la responsabilité totale. Est-ce trop demander que de souhaiter qu'elle soit reproduite fidèlement dans toutes les écoles et que tous les enfants apprennent à en connaître l'aspect ?

Lyon, 1933.

DÉTERMINISME ET HASARD

par le Général VOUILLEMIN

Dans quelque domaine que ce soit, on ne peut dire « scientifiques » que les énoncés pourvus de sens. Un énoncé reçoit un sens par l'indication de ce qu'il faudrait *faire* — un acte — pour distinguer le cas où il est vrai du cas où il est faux. Un problème, une question, ne ressortissent à la science que si l'on envisage un contrôle semblable de toute solution proposée. Est-ce le cas des problèmes sur les « réalités profondes », les « essences », les « mystères de l'univers » ? L'École de Vienne (1) met en garde contre les pseudo-questions de ce genre ; elle délimite avec infiniment de scru-

(1) *Revue Scientifique*, 24 septembre 1932 et 8 avril 1933. La science et la métaphysique devant l'analyse logique du langage (Carnap). La physique moderne et la théorie de la connaissance (Ph. Frank) (en préparation chez Hermann).

pule ce qui est fait et acquis ; elle dénonce les dépassements glissés dans les dires. Elle étudie, par exemple, ce que la science établit en matière de régularités causales dans les phénomènes physiques, biologiques, sociologiques, etc. A qui parle d'une « cause» en tant que quelque *chose au delà*, elle demande la nature des expériences qu'il faudrait vivre pour trancher entre la présence et l'absence de cette chose au delà. On doit convenir que pareille attitude est seule compatible avec l'idée sérieuse de science ou de philosophie. Elle l'applique à la question si actuelle du déterminisme, auquel elle a consacré récemment d'importants mémoires dans « Erkenntnis » ; sa thèse générale est exposée dans l'ouvrage de Ph. Frank sur la loi causale et ses limites, dont j'ai parlé dans un précédent article (1). Je me propose d'indiquer ici quelques traits bien caractéristiques de sa méthode et de son activité philosophique.

***

Si l'on s'en tient à l'acquis expérimental, loin des sentences dogmatiques des métaphysiques sans théologie, qui déclament sur la « Nature » (??), on est en droit d'affirmer que les hommes arrivent à *conjecturer* efficacement certaines expériences qui seront ultérieuremnt vécues, en se basant sur des expériences vécues actuellement. A condition toutefois de demeurer dans les limites impliquées par ce verbe modeste et dans l'ordre de la vie quotidienne, du laboratoire et de l'usine. Tel est le point de départ de l'attribution d'un sens à l'expression « prédétermination de l'avenir » ; nous devons l'attacher à la possibilité concrète de prédire avec certitude. Cette possibilité se constate par la possession de certains instruments ou formules. A ne parler que de leur existence présumée dans l'empyrée des vérités pures, nous ne prononcerions que des mots vides.

Nous parlons ici d'expériences *vécues ;* celles par lesquelles on prend le contact du monde. Il y a bien des manières diverses de s'exprimer ; mais les idéalistes, les solipsistes, les réalistes font tous la même *science ;* ils n'entrent en discussion — stérile d'ailleurs (2) — qu'en marge de la science. Avec des expériences vécues, sans plus, l'élaboration pratique d'un instrument de prédétermination de l'avenir n'est que précaire. Nous ne pouvons que vaguement mettre en relation des états de conscience à deux instants dans la durée, comme par exemple ce que nous *vivons* des position et vitesse d'un mobile directement sensible. Il nous faut franchir un pas, qui cependant ne modifie pas essentiellement la nature des circonstances ; il introduit seulement dans l'ordre pratique la précision, la communicabilité et l'application fructueuse du savoir acquis par chacun de nous. Il consiste à extérioriser *par symbolisation*, clairement et univoquement, nos expériences intimes du monde. C'est ce que l'on fait, par exemple, en représentant un son par une note, avec indication de l'instrument à employer dans les deux sens pour faire jouer la correspondance. Tâche considérable et minutieuse pour les sciences particulières, que de constituer les codes de ces symbolisations. Par elles se font les *signalements* des états et phénomènes. Ainsi, pour ce que l'on étudie avec la vieille machine d'Atwood, le signalement initial de la masse pesante est (e_0, t_0) ; il sera substitué aux impressions vécues de sa position. Quant à la « prédétermination » de l'événement ultérieur symbolisé (e_1, t_1), prédétermination dont nous éprouvons le sentiment intime à la suite d'expériences personnelles et ancestrales (1), elle aussi s'extériorisera par un symbole, une *formule* codifiant ces expériences (on dit également : instrument scientifique), la formule connue depuis les rudiments : $e_1 - e_0 = \frac{1}{2} g (t_1 - t_0)^2$. Avec elle, le subjectif confus fait place à du concret ; mais encore devrons-nous l'analyser d'un peu plus près. On a tendance fréquemment à oublier qu'une formule relie des *symboles* et ne nous renseigne sur le monde — le monde qui seul nous intéresse — que par le truchement de la correspondance entre symbole et monde. Quelle est la nature de cette correspondance ? Tout est là. La correspondance est déjà floue quand elle est quasi-immédiate, comme pour les e_0, e_1 de la machine d'Atwood ; mais lorsqu'il s'agit des coordonnées position et vitesse à affecter à un soi-disant électron, lorsqu'il s'agit de mettre de l'observable (du monde) en correspondance avec l'état ondulatoire d'un « espace mathématique », le cas est bien différent. Très certainement une formule *mathématique* exprime du déterminisme rigoureux; on peut mettre cent fois (e_0, t_0) comme conditions initiales dans l'instrument, cent fois il rendra en toute rigueur le même e_1 pour un même $(t_1 - t_0)$, si loin qu'on pousse les calculs en décimales. Mais cela ne veut pas dire que si je répète cent fois l'*expérience physique* avec le même (e_0, t_0), je trouverai cent fois le même e_1 après $t_1 - t_0$. Autrement dit, le déter-

(1) Traduction française en préparation (Flammarion).

(2) Voir : La crise de la philosophie (Schlike), en préparation, chez Hermann.

(1) On ne doit pas se faire des illusions. En science positive, prophétiser, induire, c'est bonnement exposer comment s'enchaînent les événements *du passé*. Pour aller au-delà, il faudrait demander un point d'appui ailleurs que dans la science.

minisme *dans le monde* n'est peut-être pas aussi scientifiquement établi qu'on le croit.

***

Il n'est jamais superflu de le répéter, la notion de causalité dont j'ai indiqué l'origine et le sens, inspire et guide, utilitairement et intellectuellement, notre activité scientifique. Ne tombons pas pour cela dans le cercle : « le déterminisme est nécessaire ; sinon il n'y aurait pas de science ». Plus sagement, analysons la science, et rendons-nous compte du degré de déterminisme qu'elle découvre dans l'univers. Dès à présent nous pouvons affirmer qu'il n'est pas un seul cas où l'on puisse prévoir avec certitude un événement, même physique.

Et, en effet, l'activité scientifique ne s'exerce avec fruit, loin du creux verbiage, que sur deux tâches :

1°) Distinguer les uns des autres des *états ;* pour ce faire, leur attribuer des signalements (symboles), dont les éléments sont des « grandeurs d'état », afin de les pouvoir reconnaître sans confusion, quelque subtils qu'ils soient. Ajoutons incidemment que l'homme éprouve une satisfaction particulière, dans l'ordre pratique et dans l'ordre intellectuel, à réduire le nombre des grandeurs fondamentales nécessaires pour décrire tout le champ de ses sciences. Symboliquement tout au moins, il a l'impression de se rapprocher ainsi des éléments constitutifs de son univers.

2°) Découvrir des instruments, des formules dans un sens très général, dont le jeu, alimenté par ces grandeurs, lui procurera le signalement de l'état suivant.

C'est en conformité avec la réussite de ces deux problèmes que la notion de vérité scientifique se doit définir. Rechercher le vrai, ce n'est pas, comme l'enseignent telle et telle philosophies, bâtir des conceptions pour cadrer avec la doctrine de quelque école plus ou moins traditionnelle et vénérée.

Cela bien posé, scrutons le rapport entre le monde et le symbolisme, à propos du cas tout élémentaire d'une mesure de longueur ou, ce qui revient au même, de l'affectation d'une coordonnée de position comme e_0. Sur une règle graduée nous aboutissons toujours à un nombre *entier* des unités adoptées : centimètre, millimètre, micron... Jamais nous ne trouvons un nombre irrationnel. Encore ne pouvons-nous pas dire : la mesure *est* n ; nous n'avons le droit que de dire : *est entre* n et n + 1. Le premier cas ne se présente que si l'épaisseur des traits de graduation est assez considérable pour contenir l'objet à repérer ; en somme, du fait d'une tare de nos moyens expérimentaux. Bref, nous sommes dans le *grosso modo* et cela ne changera rien à la situation que de le porter jusques dans le millimicron, si nous nous tenons au point de vue philosophique. Voilà tout ce que *notre* science nous permet; pour donner un sens à un perfectionnement, il faudrait mettre en cause des êtres supérieurs à l'homme et pénétrer ainsi dans le théologique. Ici je veux me tenir rigoureusement à l'unique science, sans même faire intervenir des démons de Maxwell ou des esprits de Laplace, moyens camouflés d'introduire le théologique.

Déjà donc la mesure définitive, absolue, nous échappe ; mais ce n'est pas tout. Convenons de nous tenir à une certaine unité, le millimicron par exemple. Puisque nos efforts visent à découvrir des régularités, il nous faut procéder à des répétitions. Or, toutes choses égales d'ailleurs, on trouve en fait des n différents à travers la série de ces répétitions. Nous les attribuons à des imperfections de nos procédés ; c'est fondé ou non ; tout ce qui subsiste, c'est que telle est la situation et que nos efforts se butent à l'impossibilité d'une solution rigoureuse. Encore une fois, nous étudions la science *humaine ;* nous visons à l'affiner ; mais tout ce que nous contons à propos de ses au delà n'est que discours, si nous ne faisons pas appel à des notions supra-humaines. Donc des imperfections peut-être à atténuer d'abord. Plus que cela ! Nature même des choses, si nous faisons état de ce que la science nous a appris. La pointe d'aiguille dont nous repérons la position est considérée comme un fourmillement d'électrons, et pareillement les traits de la règle graduée. Que mettons-nous en coïncidence dans ce fouillis ? J'insiste sur ce que la dimension électronique vaut philosophiquement comme celle de Jupiter, et que le mouvement d'un électron est aussi gros de conséquences pour l'avenir du monde qu'une révolution de planète.

Voilà où nous en sommes pour l'exercice de notre industrie scientifique. A *un* état donné du domaine que nous étudions dans notre monde (expériences vécues), nous ne parvenons pas à faire correspondre univoquement *un* signalement. Nous en avons tout un *ensemble*, quasi aussi nombreux que les répétitions, en principe indéfinies, des mesures. Il va sans dire que toutes sont également correctes ; les suspectes ont été éliminées. Bien entendu, nous ne considérons pas sérieux de parler de probabilité du résultat d'une mesure, dans le sens que la mesure « un mètre » pour la distance Opéra-Bastille aurait une probabilité faible, mais non nulle. Nos opérateurs ne sont ni des farceurs, ni les aliénés ; le nombre des unités de l'ordre inférieur à l'unité adoptée est nécessairement le même dans tous les résultats ; ou bien la distance étudiée serait considérée comme un phénomène en variation. Nous tenant scrupuleusement au fait, nous devons considérer

comme mesure l'*ensemble* même, supposé indéfini. Mais voici la difficulté : comment faire jouer notre instrument scientifique, à supposer pour un instant qu'il nous ait été rapporté lui-même du Sinaï ?

Les mathématiciens — et c'est leur rôle *à côté* de la physique — voudraient bien trouver l'association d'un type d'instrument avec des signalements ainsi donnés par des ensembles (1). Seulement le problème n'est pas commode, parce que, en mathématique, quand on étudie une suite de nombres dans son tout, une série, ce n'est pas le déploiement de ces nombres mêmes, mais la *loi* de la suite dont il est fait état; alors cette loi permet de figurer tout l'ensemble par un symbole doué de propriétés issues de cette loi, comme les nombres e et π. Mais, dans le cas de l'ensemble des mesures, tout s'y oppose essentiellement ; cet ensemble *doit* être un collectif privé de loi. Alors comment en faire un être mathématique à introduire dans les instruments scientifiques ? Si par exemple on mesurait la diagonale d'un carré en fonction de son côté, le collectif des mesures ne donnerait jamais le moyen de définir la coupure $\sqrt{2}$ (2).

Jusqu'à présent on s'est borné à agir industriellement, sans trop de scrupules mathématiques. On représente le collectif *fini* des mesures par une grandeur à calculer conventionnellement avec ce que l'on a d'éléments de ce collectif, variable par conséquent, et cette grandeur ne peut prétendre équivaloir à une sorte de limite, comme e à sa série : valeur moyenne, valeur médiane, ou analogue, facile à construire et jouissant de propriétés utiles dans le calcul (moindres carrés). On se gardera de tomber dans le préjugé de la tenir pour la *mesure vraie*. Une fois définis technique et instruments d'une mesure, toute mesure est vraie, qui satisfait aux critères posés de ce chef. De ridicules superstitions règnent au sujet du calcul des probabilités, auquel on attribue une vertu de sorcellerie cabalistique pour la découverte d'un vrai, dont on oublie de définir au préalable les caractéristiques. Ses pratiques, prétendues lois de Gauss, Bernoulli, etc. n'ont d'autre vertu que la simple loi d'addition, et la table qui la représente ; leur vérité n'est que *logique* et appuyée uniquement sur les fondements de cette table. On oublie trop facilement que des symboles ne nous parlent du monde physique qu'après fixation des rapports établis *par nous* entre ce monde et eux. Le calcul des probabilités n'est que règles de transformations et de maniement d'un symbolisme ; par lui seul il ne contient rien sur le réel. Au Congrès de Prague (1929), où les cercles d'études associés au Wiener Kreis ont longuement discuté sur « Probabilité et Causalité », Zilsel disait plaisamment : « ...Je n'ai jamais compris comment, même avec une foule d'opérations logiques et mathématiques pour mettre au pressoir des énoncés sur des pronostics, on peut faire sortir ce qui se passera effectivement dans une série de pile ou face. Et pourtant c'est la seule question intéressante. Une probabilité qui est autre chose qu'un phénomène de fréquence, n'est qu'un mot vide... »

Avant d'aller plus loin, je dois signaler que les instruments scientifiques, eux aussi, sont frappés d'un caractère industriel et que rien ne justifie la substitution du mot LOI à celui de régularité ou instrument scientifique. On est dupe des préjugés sur les mathématiques elles-mêmes et sur leur valeur en tant que symbolisme pour décrire les comportements dans l'univers. J'ai indiqué que rien ne correspond à l'idée de *limite* (comme pour e, π) dans le développement d'un collectif de mesures. Rien non plus n'éveille cette idée quand on examine l'évolution des théories scientifiques. Leurs perfectionnements, pourtant remarquables, ne lui correspondent en rien. La perfection réside dans l'accroissement de leur extension, c'est-à-dire du nombre des faits embrassés et divers en apparence ; dans l'harmonie avec les progrès de la technique vers les petites unités de mesure utilisables. On parle à tort d'une aptitude à faire découvrir des faits nouveaux ; c'est une grave erreur de logique. En effet, le jour où nous aurions une connaissance intégrale *de tout*, la meilleure des théories ne vaudrait plus rien. Ce qu'on appelle « fait nouveau », dans l'opinion en question, est inclus déjà dans la théorie ; reste seulement, non pas à améliorer la théorie, mais à rendre ce fait psychologiquement présent en appliquant certaines transformations tautologiques. Si l'on veut parler de progrès, à la fois logique et de connaissance, il faut se mettre au plan des *formes axiomatiques* et poursuivre un optimum consistant dans la réduction du nombre des axiomes et des concepts de la théorie symbolique. Ainsi que je l'ai dit plus haut, la marche vers la structure élémentaire du monde accompagne alors la recherche d'une perfection formelle. Frank a analysé du point de vue de la notion de limite la succession des théories de la mécanique céleste de Copernic à

(1) La physique moderne n'en est plus à traduire *directement* des expériences en formules $e=\frac{1}{2}gt^2$. Inversement, des analogies, des tâtonnements, *suggèrent* des formules. On cherche *a posteriori* à trouver dans l'observable des états à faire correspondre, souvent par de longs détours, aux symboles, ou à des combinaisons des symboles figurant dans ces formules. Cas des mécaniques nouvelles.

(2) A vrai dire, cet exemple présente un cercle vicieux. Un carré matériel ne sera carré que si sa diagonale est $\sqrt{2}$. De même, on ne trouve pas la valeur de π en opérant sur un cercle matériel ; car, il n'est cercle que dans la proportion où le rapport étudié est justement 3,1416... Ou bien, il faudrait avoir fondé l'être géométrique sur une autre définition, s'il en existe toutefois.

Einstein. On voit annoncer la coordonnée de Mercure, pour une date déterminée, avec une unité de plus en plus petite. Mais convergence dans l'accord avec l'observation n'est pas convergence des théories vers une limite, expression d'ailleurs difficile à définir. Copernic s'inspire de la perfection des courbes à décrire par les corps célestes ; Képler en a une notion un peu différente ; Newton goûte la simplicité de la loi de l'accélération ; Einstein préfère l'améliorer avec des courbes d'espace-temps dans une géométrie riemannienne. Tout cela n'éveille franchement aucune idée de limite.

*
* *

Revenons à la variété des mesures vraies correspondant à un même état (expériences vécues) et à ses conséquences sur la catégorie de déterminisme que la science nous procure.

Prenons l'instrument scientifique le plus perfectionné ; en pratique industrielle, nous le jugeons acceptable s'il relie suffisamment pour nos convenances la valeur moyenne des mesures initiales à la valeur moyenne des mesures finales pareillement obtenues dans des expériences répétées. Mais analysons les choses d'un peu plus près. Nous avons donc *plusieurs* signalements d'*un même* état (monde) initial. Nous acceptons en fait cette conception lorsque leur ensemble est suffisamment dense ; autrement nous dirions avoir affaire à un état variable, ce que nous écartons ici. Convention d'ordre tout pratique. Mettons ces signalements l'un après l'autre dans l'instrument ; il va nous prophétiser autant de valeurs finales, dont peut-être aucune ne coïncidera avec le symbole que nous attribuerons au résultat de l'expérience unique qui sera vécue. Plusieurs cas peuvent se présenter en ce qui concerne ces valeurs finales annoncées par l'instrument, dont je suppose que nous épuisons toute la capacité de précision. Ces cas se rejoignent d'ailleurs à travers des zones de passage. Premier cas : l'ensemble des valeurs déduites de l'instrument est dense, comme celui des valeurs initiales. C'est l'optimum en fait de relation causale : *un* état est cause d'*un* état. On dira qu'il y a déterminisme dans l'individuel ; déterminisme d'ordre *pratique ;* la formule permet de conjecturer l'avenir. Deuxième cas, à l'opposé : l'ensemble des valeurs déduites manque franchement de densité et symbolise manifestement des expériences *distinctes* à vivre. L'expérience alors ne peut plus être l'objet d'une conjecture unique ; plus de déterminisme individuel ; nous allons y revenir un peu plus loin.

Mais il y a aussi des circonstances où il ne peut pas être question de construire un instrument pour l'individuel. Comment, par exemple, s'y prendrait-on pour une bille (e_0, t_0), que l'on abandonnerait et qui rencontrerait ultérieurement une arête de toit ? Pour une bille descendant sur un plan incliné hérissé de clous ? Un projectile lancé à travers une atmosphère de projectiles semblables comme masse et énergie ? Un ion à travers un gaz ? un photon à travers une atmosphère d'électrons, ou réciproquement ? Car ces derniers cas sont généraux, en somme, pour les particules submicroscopiques, optiques, etc. ; on n'a jamais le droit de les considérer se mouvant dans le vide ; dans le modèle de Bohr, un électron qui change de niveau traverse des champs périodiquement variables, du fait de la circulation des autres électrons sur leurs orbites respectives. On ne peut guère imaginer un instrument qui, avec les conditions initiales newtoniennes seulement, tiendrait compte dans son mécanisme de toutes les arêtes de toit, de genre si divers, que le mobile est fatalement exposé à rencontrer. Et encore moins si tout le modèle newtonien tombe en carence du fait que le mobile diffère, par essence, des planètes, caractérisées par de la simple masse, auxquelles est emprunté le modèle newtonien.

On est ainsi acculé à renoncer très souvent à un déterminisme individuel. Pourtant l'expérience courante incite à ne pas s'en tenir là. Elle nous montre fréquemment, en effet, des cas où, comme état initial, nous avons *tout un dispositif* définissable dans sa permanence, espèce de machine à débiter, dans des conditions *déterminées*, des ensembles d'événements que nous considérons *globalement* comme *un* état final. Souvent un rapport est pressenti entre la définition du dispositif et les caractères du résultat global. On peut alors parler d'un déterminisme *statistique*, d'une relation *causale* entre eux. Le cas est aujourd'hui considéré comme général en microphysique, où l'on constate par ailleurs qu'il devient de plus en plus aléatoire de donner même un sens physique à l'événement individuel.

*
* *

En résumé, quiconque s'interdit d'abandonner le moins du monde le terrain scientifique, ne peut admettre d'autre critère du déterminisme que l'existence effective, à sa disposition, d'un instrument pour prophétiser, avec quelque certitude d'ordre pratique, des comportements ultérieurs d'un genre ou d'un autre : sort d'un individu, évolution d'une structure, etc. Lorsqu'on examine selon cet esprit l'acquis des hommes dans les sciences naturelles, psychologiques, politiques, économiques, culturelles, etc., on est frappé de la misérable petitesse du champ où l'on a le droit de parler loyalement de déterminisme. Devant les déclamations contraires, on se prend à regretter que l'enseignement officiel ne donne pas, dès les

rudiments, la priorité à l'examen du fond logique de toute connaissance et ne mette pas ses disciples en garde contre le mirage des appareils phraséologiques et calculatoires.

Quand un comportement n'a pu être prophétisé, on le dit *fortuit ;* on parle de *hasard.* Mais donnons bien à ces mots un sens concret et scientifique. Quand nous cherchons à pronostiquer, nous opérons toujours sur la base de quelque état initial et avec quelque instrument. Si nous sommes déçus par l'événement, nous devons dire qu'il est fortuit *par rapport* à notre procédé de prévision ; c'est un hasard relatif. Nous ne pouvons pas donner un sens à « hasard absolu », car nos intelligences humaines ne sont pas fondées à poser que jamais régularité enregistrable n'englobera le comportement en question. Tout ce que nous avons le droit d'affirmer, c'est que l'événement est fortuit eu égard à tous les instruments *actuellement* en notre possession. De fait, le fortuit va perdant du terrain, bien qu'à pas extrêmement lents : c'est ce qu'on appelle le progrès de la science. L'homme de science l'enregistre avec modestie, étudie dans le succès les possibilités de succès nouveaux ; le charlatan embouche la trompette héroïque et poétise sur « l'avenir de l'humanité ». La considération des régularités statistiques a ouvert un champ nouveau, aujourd'hui en pleine exploitation.

Une succession d'événements, quelque nombreuses que soient les dimensions de ces événements, peut théoriquement toujours être décrite analytiquement, quitte à complication extrême, comme une fonction des coordonnées (dimensions), dans le champ des expériences *faites.* Cette fonction peut être appelée sa règle. Mais reste à savoir si elle « demeure » hors du champ du passé ; si elle est extrapolable ; si toute expérience ultérieure n'oblige pas à reconstruire une fonction nouvelle. Nous avons là l'image de *prédéterminé* et de *fortuit* eu égard à un instrument. Elle marque clairement ce qu'on devrait entendre par déterminisme *universel.* Il faudrait posséder effectivement la fonction traduisant les états successifs du monde : pouvoir la contrôler dans la permanence de son aptitude à figurer les états successifs auxquels nous assistons ; plus encore, posséder en nous une expérience intime équivalente à la *nécessité* de cette permanence dans l'avenir. S'il n'en est pas ainsi, on parle à vide, comme Spinoza déclarant : « Il n'y a rien de fortuit dans la nature ». Il est vrai qu'il ne songe pas à justifier sa sentence par des critères scientifiques ; il ne l'appuie que sur sa définition de la divinité. C'est donc dans « divinité » qu'il faut chercher les moyens de contrôler le vrai ou le faux de l'affirmation. De quelque manière qu'on l'examine, même à travers l'énoncé de Laplace, de forme vraiment scientifique, tout énoncé de déterminisme universel est vide sans l'existence *concrète* d'une puissance supérieure capable de posséder la fonction et son développement dans le temps.

Le fortuit est l'objet de maintes superstitions, parce qu'on ne prend pas, comme l'Ecole de Vienne s'en fait une méthode et un devoir, des énoncés sensés pour point de départ, des énoncés pour lesquels sont concevables des critères du vrai et du faux. L'Ecole dénonce dans beaucoup de ses travaux l'emprise excessive de la mécanique newtonienne et le matérialisme généralisé qui en fut la conséquence. « Fortuit » est souvent dit d'un comportement que l'instrument newtonien ne permet pas de prédéterminer ; le hasard n'est que par rapport à lui. Ce qui, compris logiquement, doit inciter à rechercher s'il n'est pas des régularités d'une autre forme. Mais aussi, je l'ai mentionné plus haut, on a été conduit à des idées de statistique, pour remplacer les considérations sur l'individuel, envisagé désormais comme inaccessible dans beaucoup de cas à une définition correcte, et par là dépourvu d'existence *physique.* Nous avons vu ce qu'est une opération de mesure ; l'être mathématique qu'elle fournit est en réalité un collectif. Or, dans les jeux de hasard, par exemple, on n'a même pas l'idée de chercher un collectif de ce genre pour caractériser un état initial, comme celui des dés dans un cornet avant le lancement. Et pourtant on s'obstine dans la notion de l'événement isolé, tout en le considérant fortuit par rapport aux essais de le rendre constant. Mais on garde l'espoir de techniques à découvrir, qui condenseront les collectifs, jusqu'à nous livrer l'événement individuel et son déterminisme pratique, quitte à compliquer tant que de besoin les instruments, pour tenir compte de toutes les influences physiques imaginables.

Comme je l'ai mentionné également, les expériences que nous pouvons répéter ont montré des cas de tendance à une limitation du fortuit pour l'individuel, en ce sens que de la structure s'accuse dans l'*ensemble* des résultats, assez nettement avec certains dispositifs expérimentaux, et de plus en plus lorsque le nombre de ce que l'on considère comme des répétitions *augmente indéfiniment.* Il est des cas où ce résultat s'interprète à partir de données *observables* dans la direction de l'individuel ; mais son intérêt scientifique est particulier lorsque c'est lui qui seul est observable, donc est le seul physique, le reste étant imaginé seulement comme fil conducteur des tâtonnements (1).

(1) Dans les théories atomistiques des gaz, on fait des constructions *mathématiques*, combinatoires, *en parlant* de molécules individuelles ; mais nous n'observons jamais en fait que des résultats *statistiques*, une densité, une température ; jamais rien sur *une* molécule.

C'est alors qu'on étudie du *déterminisme statistique* et par rapport à ce déterminisme seulement s'emploiera le mot « fortuit ». Le déterminisme de l'événement censé individuel s'arrête à faire de lui un élément constitutif de cet ensemble statistique ; il ne va pas plus loin.

Le déterminisme statistique ne vaut que par des conditions spéciales d'immensité pour le nombre de ce qui est censé répétitions d'événements individuels, molécules dans les gaz, électrons et photons dans les mécanique et optique nouvelles. On commet une erreur complète en l'appliquant à des ensembles de quelques événements seulement, lorsque, pour une raison ou une autre, on ne procède pas à ce qui serait réalisable et donnerait un déterminisme vraiment pratique et suffisant dans l'individuel. On semble croire à un déterminisme d'ordre supérieur, régnant sur les déterminismes des événements particuliers. C'est méconnaître complètement l'essence du fortuit. Il est capital de ne pas oublier que le déterminisme statistique ne régit que le statistique. L'artillerie a commis cette erreur et enseigné des procédés *réglementaires* pour tirer de la statistique de dix ou douze coups le moyen de mettre sûrement le treizième sur l'objectif. Elle oublie que l'indéterminisme du coup individuel n'est que d'ordre pratique, mais que tout y est définissable pour un déterminisme pratique aussi. Le déterminisme statistique n'a rien à faire en la question. Le seul effort légitime en artillerie consiste — on le fait d'ailleurs — à condenser les collectifs des états initiaux, pour condenser les collectifs finaux ; ce qui est justement possible en raison de l'existence du déterminisme individuel (1). Les méthodes seraient à fonder sur la considération des collectifs et de leurs dimensions et non sur le coup individuel ni sur la structure interne du collectif final, dont la notion n'a ici aucun sens.

La microphysique a mis en lumière le fait que, pour les éléments constitutifs de la matière et du rayonnement, à poursuivre les notions de déterminisme et de conditions initiales perfectibles indéfiniment (condensation illimitée des collectifs), sur lesquelles repose l'espoir du déterminisme dans l'individuel en *macro*-physique (ce qui est concevable en artillerie), on tombe dans la contradiction logique. De là les doutes sur les micro-individualités physiques primitivement conçues et mises à la base des descriptions. Leurs définitions sont contradictoires avec les opérations qui sont censées poser physiquement un individu. Par essence donc, en pareille occurrence, on ne peut s'attacher qu'à du déterminisme statistique. On a établi cependant comme une espèce de délimitation dans la contradiction soulevée par la notion d'individu, un étalement de l'incertitude entre des limites qui font intervenir des constantes universelles : vitesse de la lumière, constante de Planck, quantum élémentaire d'électricité. L'essentiel en cela est de caractériser le sens de ce que l'on *fait* et de laisser aux romanciers le souci des « réalités profondes » qui se cachent derrière. On peut feuilleter l'histoire entière de la physique ; jamais on n'a vu ou entendu de ces réalités profondes autre chose que du verbiage. La science, dans tous ses progrès, ne nous apporte que des règles suffisantes, de plus en plus sûres, pour guider nos actions. Peut-être le verbiage n'est-il pas sans aider à ce progrès final ? Mais il est cependant nécessaire que la philosophie le contienne à sa juste place et enseigne, pour la science faite, considérée momentanément comme faite, en quoi consiste son fond logique et ne le laisse pas dénaturer par le clinquant des mots. L'Ecole de Vienne apporte à cette œuvre de loyauté et de morale une contribution qu'il convient de faire connaître.

(1) Les choses vont autrement dans un tir à la cible à coup d'électrons, comme on le conçoit aujourd'hui. On pourrait donner des conditions initiales théoriquement identiques à deux électrons, ils n'en iraient pas moins sans doute à deux impacts très divergents. Au contraire pour deux obus, moyennant précautions très concevables.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

La nature des particules essentielles de la cellule, micelles ou molécules. — La cellule, élément ultime des êtres vivants, est constituée par un ensemble de parties élémentaires : protoplasma, noyau, chondriome, vacuome, qui sont aussi des ensembles de parties plus petites. Dans un travail récent, M. Henri Devaux (1) se demande quelle est la nature de ces parties ultimes.

« Un certain nombre de physiologistes admettent assez

(1) Henri Devaux. *Procès verbaux des séances de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux*, 1931-1932.

volontiers qu'elles sont constituées par des micelles colloïdales. A ce titre, les corps structurés vivants diffèreraient radicalement des corps structurés inertes tels que les cristaux ou les pierres dans lesquels les particules constitutives sont des molécules ou des ions.

Cependant, tandis qu'à l'ultramiscroscope la plupart des colloïdes artificiels sont résolubles et qu'on peut en apercevoir les micelles, les colloïdes naturels se comportent d'une manière toute différente; le blanc d'œuf, par exemple, ne présente aucun point brillant dans sa masse ou presque aucun, et il peut être considéré comme optiquement vide. Il en est de même de tous les liquides physiologiques, en particulier des sérums. « Il faut en conclure, écrit M. H. Devaux, que ces milieux sont des solutions vraies dont les éléments sont des molécules, et non pas des micelles. » Ils appartiendraient à la catégorie des colloïdes qu'Auguste Lumière a appelée *colloïdes moléculaires*, par opposition aux *colloïdes micellaires*.

En effet, quand on examine le protoplasma à l'ultramicroscope, il se montre optiquement vide, comme l'albumine ou le sérum, abstraction faite bien entendu des plastes qu'il peut contenir, et M. Devaux en déduit qu'il est constitué par des colloïdes moléculaires. Sans doute a-t-on objecté qu'il pouvait contenir des micelles qui seraient invisibles à l'ultramicroscope parce que leur indice de réfraction serait trop voisin de celui de l'eau. « C'est, écrit M. Devaux, une simple hypothèse qui a contre elle la production d'agrégats, parfaitement visibles dans le protoplasma lui-même lorsqu'il meurt. Au moment de la mort, en effet, l'aspect du protoplasma change complètement, il devient granuleux et brillant à l'ultra-microscope « comme un paquet de neige ». C'est-à-dire que ses molécules se rassemblent en agrégats très visibles qui n'existaient pas auparavant. Mais alors il n'est plus vivant. »

Aussi M. Devaux incline-t-il à penser que les éléments constitutifs du protoplasma seraient des molécules et non pas des micelles, peut-être des molécules très allongées en forme de fils, analogues à celles que le chimiste suisse Standinger a reconnues dans la cellulose et le caoutchouc, et qu'il y aurait autant d'espèces de molécules plasmiques qu'il y a d'espèces d'êtres vivants.

Les séro-réactions établissent effectivement qu'il existe une véritable spécificité des éléments de chaque matière vivante et pour M. Devaux ces séro-réactions seraient « de vraies réactions, montrant dans une multitude de cas connus des phénomènes de précipitation, de dissolution, de rassemblement ou de coagulation ». Et M. Devaux ajoute : « Du moment que chaque type vivant fournit une réaction spécifique par son protoplasma ou son sérum, c'est que ce protoplasma et ce sérum contiennent chacun une substance particulière, un type spécifique. Cette substance est à l'état dissous. Elle est constituée par des éléments invisibles, très analogues à des molécules, et ce sont ces éléments qui portent la spécificité ».

Ainsi, d'après M. Devaux, un grand nombre de faits conduisent à établir l'existence, dans la matière vivante, d'éléments autonomes et spécifiques assimilables à des molécules ou à des radicaux chimiques. « Il ne nous est cependant pas permis, conclut-il, de considérer un être vivant comme un pur mécanisme physico-chimique. Il est cela, mais il est beaucoup plus encore, car la manière vivante a un pouvoir d'assimilation, d'auto-création et d'auto-régulation, etc., dont nous ne voyons nul exemple dans la matière inerte. »

A. Bc.

Physique

La structure des molécules. — Les présomptions des chimistes sur la structure des molécules ont pu être soumises à un contrôle expérimental, à l'aide de méthodes physiques de divers ordres.

Tout d'abord, la spectrographie des rayons X a conduit à calculer, dans les cristaux, les distances mutuelles des atomes. Les gaz et les vapeurs diffusent également les rayons X, et conduisent à des spectrogrammes permettant le calcul des distances interatomiques. La diffusion d'un étroit pinceau d'électrons peut encore être substituée à celle d'un faisceau de rayons X, avec l'avantage, d'ailleurs, de n'exiger que des expositions beaucoup plus brèves.

D'autres renseignements sur la structure moléculaire sont fournis par les spectres optiques, et plus précisément par les spectres de bandes, susceptibles de trahir les altérations qu'une irradiation impose à l'énergie de rotation et à l'énergie de vibration des molécules. Les spectres Raman, d'autre part, donnent des indications très générales. On obtient, on le sait, le spectre Raman d'une substance transparente en l'irradiant par lumière monochromatique, et en prenant le spectrogramme de la radiation qui a diffusé à angle droit. Le cliché comporte, outre la raie de la fréquence excitatrice, une ou plusieurs nouvelles raies dont les écarts de fréquence à la première sont caractéristiques de la molécule intéressée.

Enfin, la considération du moment électrique des molécules, calculé à partir de la constante diélectrique, grandeur accessible à l'expérience, a été également très fructueuse. Les molécules polaires comportent une distribution de charges égales et opposées, et on définit le moment électrique comme le produit de la distance mutuelle des charges par l'une d'entre elles.

Alors que les molécules non polaires, telles que celles de l'anhydride carbonique et du bisulfure de carbone, sont de structure symétrique, les molécules polaires telles que celles de l'eau comportent une asymétrie.

On aperçoit, en particulier, l'importance de ces derniers résultats du point de vue stéréochimique.

S. V.

Enseignement

L'organisation scientifique de l'Indochine. — Dans un article de la *Revue Bleue* j'avais applaudi à la création d'une Académie Algérienne analogue à l'Académie Malgache en exprimant quelque regret de ne pas voir encore l'Indochine pourvue d'un corps savant de cet ordre, réglementairement organisé sous le titre d'Académie Indochinoise. M. Pasquier, l'éminent gouverneur de l'Indochine, m'écrit à ce sujet une longue lettre importante qui met au point et en lumière l'organisation scientifique de notre jeune empire d'Asie.

Voilà près de cinquante ans l'Indochine s'est, des premières, engagée dans la voie de cette organisation. Dès le 3 juillet 1886 en effet, Paul Bert, grand précurseur, jetait les bases d'une Académie Tonkinoise qui se proposait trois objets principaux :

La conservation des monuments ;

La formation des bibliothèques publiques ;

La publication d'un bulletin scientifique, littéraire et artistique.

Cette compagnie savante devait comprendre vingt membres français et vingt membres annamites. Un haut caractère d'érudition était exigé même de ceux qui représentaient, en nombre beaucoup plus petit, les Lettres.

Aussi, dès le lendemain de la conquête — M. Pasquier attire notre attention sur ce point qui marque l'affiliation d'un Paul Bert aux doctrines d'Arago et des savants de 1848 — apparaissait pour le Gouverneur Général de l'Indochine la nécessité d'un rapprochement franco-indigène dans l'ordre intellectuel. « Cette nécessité, nous dit M. Pasquier, allait devenir d'autant plus impérieuse que l'Asie contemporaine tout entière, pénétrée des grands courants de la vie moderne, devait bientôt écouter avec complaisance l'appel de l'Occident après avoir si longtemps résisté aux séductions de sa voix. Pour nous autres ce devoir de collaboration devint étroit du jour où, le quoc ngu ayant détrôné la suprématie de l'antique caractère idéographique, nous fûmes amenés par la fatalité des événements à nous substituer à la Chine dans son rôle traditionnel en exerçant sur les pays protégés une sorte de régence intellectuelle, — véritable primauté de l'esprit. »

A vrai dire, la mort prématurée de Paul Bert, survenue en novembre 1886 ne permit point d'appliquer les dispositions de son arrêté. Si le projet n'a, dans la suite, pas été repris dans sa forme première, c'est que ses buts essentiels se trouvèrent rapidement atteints par la création des organismes suivants :

L'Ecole française d'Extrême-Orient :

La Direction des Archives et Bibliothèques ;

La publication d'abord de la « Revue Indochinoise » puis de la « Revue d'Extrême-Asie ».

Pour ne citer que la plus célèbre de ces institutions, l'Ecole Française d'Extrême-Orient a accompli en moins de quarante ans une œuvre considérable au point de vue linguistique, éthique et historique. Grâce à elle un sol antique qui conserve le témoignage de grandes civilisations éteintes nous livre progressivement ses secrets ; et, de ce fait, elle attire des savants du monde entier, en particulier de la Russie. L'archéologue desserre l'étreinte de la sylve tropicale ; les ruines sont restaurées, les stèles déchiffrées. Jusqu'alors l'Indochine, dans les différents aspects de son passé, ne proposait à l'observateur de bonne volonté, qu'une décevante énigme : désormais son multiple visage ne sera plus impénétrable. L'Ecole, par le savoir qu'elle dispense, constitue un puissant moyen de rapprochement car la connaissance implique la sympathie : M. Pasquier, qui est lui-même un savant, tient cette vérité pour fondamentale et, aux heures les plus difficiles de son budget, il n'a jamais voulu sacrifier les institutions scientifiques qu'il tient pour bases mêmes de sa Politique Indigène. Il a marqué une prédilection particulière pour cette Ecole, estimant que « l'indigène, trop souvent coupé de ses sources et oublieux de sa propre histoire obscurcie par les fables de la légende, retrouve, avec la fierté de ses origines, le sens de la tradition » qui, ainsi peu à peu, devient une science comme en Occident au lieu de rester une routine orientale.

A côté de ces institutions officielles nous devons nous garder de passer sous silence des centres détudes qui, tout en conservant un caractère privé, n'en constituent pas moins de véritables compagnies académiques par l'esprit qui les anime aussi bien que par la nature des recherches entreprises. Dans cet ordre d'idées, il convient de citer :

la Société des Etudes Indochinoises de Saïgon ;
la Société des Amis du Vieux Hué ;
la Société des Amis du Vieux Hanoï, elle-même filiale de la Société de Géographie.

Chacun des pays de langue annamite étant déjà pourvu d'une compagnie savante, il a paru inutile de superposer à l'ensemble formé par les trois parties du groupe ethnique un organisme central poursuivant les mêmes travaux. M. Pasquier a estimé que mieux valait s'en tenir à des réalisations déjà fécondes.

Aux sociétés déjà énumérées s'ajoute une initiative de caractère semi-officiel dont les résultats sont des plus encourageants. Sous le titre « La Pensée de l'Occident » paraissent régulièrement à Hanoï, dans une collection collection populaire, les chefs-d'œuvre de notre littérature traduits en quoc-ngu. Cette publication propage la culture européenne dans des milieux qui, ayant abandonné les caractères chinois, ne peuvent encore accéder aux langues occidentales. Ajoutez-y l'A. F. I. M. A. : Association pour la formation intellectuelle et morale des Annamites, qui dispose d'un cercle, d'une bibliothèque avec trois Comités : l'un d'études, qui est chargé de l'élaboration du dictionnaire annamite ; l'autre de littérature, qui distribue des prix réservés à des œuvres en quoc-ngu ; le troisième de bienfaisance, auquel est dévolu un rôle d'assistance. Tous ces Comités s'attachent à diffuser un esprit, des méthodes, une doctrine scientifiques.

Au Cambodge, la création récente de l'Institut Indigène d'études du bouddhisme du petit véhicule mérite une mention spéciale. Cet établissement se propose l'étude du bouddhisme parmi les populations du Cambodge, du Laos et les groupements cambodgiens de Cochinchine. Son action s'exerce par la publication des livres bouddhiques et d'ouvrages ayant trait à l'art, à l'archéologie, à l'histoire du Bouddhisme. L'Institut assure, de plus, la visite des foyers organisés pour les tirailleurs, gardes indigènes, miliciens cambodgiens et laotiens.

Dans un autre ordre d'idées, il convient de citer : le Conseil de Recherches Scientifiques, organisme de coordination répondant à cette double considération : recueillir les résultats déjà obtenus dans les sciences et assurer la représentation de l'Union Indochinoise dans toutes les manifestations scientifiques à l'extérieur.

Au nombre des institutions tendant au développement intellectuel de l'Indochine, il faut encore énumérer :

l'Institut Scientifique de Saïgon ;
l'Ecole des Arts Cambodgiens et le Musée de Pnompenh ;
les Instituts Pasteur ;
le Service Océanographique ;
l'Institut des Recherches agronomiques ;
la Bibliothèque Royale de Pnompenh ;
le Service Météorologique ;
le Service Géographique ;
le Service Géologique.

Pour conclure, il semble bien à M. Pasquier que, de toutes nos colonies, l'Indochine possède le meilleur outillage scientifique, intellectuel et artistique. « Historiquement, c'est encore elle qui a été dotée la première d'organismes savants dont l'apparition ne peut être constatée ailleurs que beaucoup plus tard. » Laissons aux Algériens le soin de vérifier pour ce qui concerne l'Algérie, et rappelons simplement qu'en 1873 Galliéni fut à son passage à La Réunion, frappé par l'excellence de la Société des Sciences et Arts (publiant un Bulletin remarquable) qui avait notamment, dix ans auparavant, opportunément inspiré et aidé Grandidier pour l'exploration scientifique de Madagascar ; c'est cette Société qui donna à Gallieni l'idée de fonder l'Académie Malgache.

Sans arrêt s'est poursuivie l'œuvre intellectuelle dont Paul Bert a le premier pressenti la grandeur et qui fut, dans la suite, considérablement accrue par la politique généreuse d'un Paul Beau et d'un Albert Sarraut. Nous y avons largement associé les populations indigènes par

le développement continu de l'Instruction Publique et la création de l'Université Indochinoise. « Cette œuvre, pense M. Pasquier, n'est pas de refoulement ; bien au contraire elle respecte l'originale diversité des races. En elle apparaît aussi cet élément humain qui est le propre de notre civilisation à la française. » Le Gouverneur Général se plaît à citer, pour la justifier, cette phrase de M. Abel Bonnard à qui on doit un livre si profond et lumineux sur la Chine (1) : « Purifiée de toute confusion, la dissemblance de deux Sociétés qui se confrontent, devient pour l'esprit une cause de jouissance. »

JEAN LEFRANÇOIS.

(1) Fayard, édit.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

Les procédés récents de réparation et de transformation des navires. — L'organisation des entreprises de réparation et de refonte des navires, qu'il s'agisse d'établissements spécialisés dans ce genre de travaux ou de services annexes ds chantiers de construction proprement dits, ne constitue pas l'un des aspects les moins suggestifs du développement de l'industrie navale moderne.

Les progrès de la technique, par le perfectionnement de l'outillage et l'accroissement de puissance d'action qu'ils ont engendrés ont permis d'envisager la réalisation rapide de travaux considérables, d'une importance et parfois d'une audace telles que l'ancienne industrie n'aurait pu les concevoir qu'à titre de tours de force, dans les cas les moins complexes, et d'entreprise chimérique dans tous les autres. D'autre part, la crise générale qui sévit sur tous les armements, ainsi que le prix élevé des constructions neuves, ont imposé au budget des compagnies les plus puissantes des compressions, des mesures d'économie, qui les conduisent à tirer tout le parti possible de leur matériel existant. Une refonte bien étudiée permet, dans bien des cas, d'obtenir un accroissement de rendement susceptible de compenser bien au-delà les frais de transformation, surtout s'il s'agit de bâtiments relativement jeunes, se trouvant plutôt déclassés ou démodés qu'en état d'usure effective.

Dans la plupart des grands travaux de refonte des navires modernes, il est difficile de faire la part de ce qui revient, soit à la simple réparation, soit à la transformation proprement dite, étant donné qu'il est souvent avantageux de profiter de l'indisponibilité du navire et de la nécessité des travaux les plus urgents, pour le munir de tel ou tel dispositif perfectionné ou lui faire subir telle modification particulière, qui accroîtront à coup sûr sa valeur d'utilisation industrielle.

On peut réserver le terme de réparation simple aux cas où la question des plans du navire et de sa conception même n'est pas mise en jeu; mais cette distinction n'a nullement à intervenir dans l'appréciation de l'importance même des travaux entrepris. Des réparations, qui eussent été jugées très longues ou même impossibles avec les moyens de la période antérieure, sont aujourd'hui couramment menées à bonne fin dans un temps minimum. Certains lecteurs se rappellent peut-être l'accident survenu à l'*Ile-de-France*, le 1er août 1929, lorsque, vers minuit, ce transatlantique fut entraîné par l'action du vent contre le musoir du bassin de marée du Havre. Une déchirure en résulta par tribord avant, intéressant près de 180 mètres carrés de la surface de la coque. Après mise à sec du navire dans la grande forme du port, les travaux commencèrent le 3 août au matin, avec le concours de plusieurs établissements spécialisés et chantiers de construction. Le 14 août à l'heure habituelle, l'*Ile-de-France* appareillait pour New-York.

Parmi les cas les plus intéressants de grande réparation, on peut citer celui des pétroliers de fort tonnage, dont la coque subit une usure particulièrement rapide, surtout lorsqu'il s'agit de navires affectés au transport de l'essence. La réparation s'analyse parfois en une véritable reconstruction d'une partie de la coque. De grands chantiers de réparation sont spécialement outillés pour les entreprises de cette sorte, notamment en Ecosse. Le matériel, tout en étant le même en principe que pour la construction, doit subir une appropriation particulière; c'est ainsi que, par exemple, l'installation des appareils de production et des tuyautages de distribution de l'air comprimé acquiert beaucoup plus d'importance que pour un chantier de construction proprement dite. De même, plusieurs de ces établissements possèdent de grands réservoirs en acier ou en béton armé, avec dispositifs puissants de pompage, destinés à recevoir le pétrole contenu dans les soutes des navires chauffant au mazout ou des pétroliers, ce qui permet d'abréger très sensiblement la durée des réparations. Chacun de ces réservoirs peut contenir environ 4 500 tonnes de combustible liquide. On peut ajouter encore ce détail, que le matériel comporte des chalands séparateurs, qui sont utilisés pour vider l'eau de la cale sèche, lorsque le navire qui y est échoué est avarié de façon à laisser fuir le pétrole.

Deux pétroliers de grandes dimensions ont pu subir la reconstruction complète de leur partie médiane, sur une longueur de 100 mètres, de la façon suivante, qui donnera une idée de la méthode suivie par ces entreprises. Le navire une fois en cale sèche, on a d'abord coupé au chalumeau toute la partie médiane de la coque, qui était à remplacer. De cette partie médiane, on a détaché le château central avec la passerelle et les logements d'état-major, ce qui constituait un bloc d'environ 100 tonnes, que l'on a fait glisser sur le terre-plein voisinant la cale. Après remplissage de la cale, on a fait sortir l'avant du navire, puis la section médiane condamnée. La section neuve de remplacement, qui avait été construite à part, du poids d'environ 4 000 tonnes, fut alors introduite et alignée à sa place sur la cale. Puis, ce fut le tour de la partie avant, le navire se trouvant dès lors reconstitué. Il ne restait plus qu'à opérer le raccord des trois parties, après remise en place du château. L'ensemble de ces opérations n'a demandé qu'un mois. On remarquera qu'elles comportaient des mesures d'alignement assez délicates.

On conçoit que, par leur technique spéciale et par les procédés mis en œuvre, des travaux de ce genre ne se distinguent guère d'une transformation au sens propre. Ces méthodes ont d'ailleurs fait revivre, avec des moyens complètement transformés et à une échelle singulièrement

amplifiée, des conceptions appliquées autrefois à des navires de dimensions relativement petites et que l'accroissement des tonnages semblait avoir reléguées parmi les curiosités rétrospectives.

C'est ainsi qu'on avait réalisé l'allongement de petits cargos en coupant la coque par le milieu et, après avoir fait glisser la partie avant de la longueur voulue, en construisant dans l'intervalle une nouvelle tranche; ce travail était d'ailleurs facilité par le fait qu'il s'agissait de carènes à section cylindrique sur la plus grande partie de leur longueur.

Récemment, en Ecosse, un pétrolier de 8 000 tonnes de portée en lourd a subi une refonte analogue, dans des conditions bien entendu autrement compliquées, puisque l'opération comportait la mise en place de 563 tonnes de matériaux neufs, dont 150 correspondant à la région allongée. Ici encore, la partie avant a été d'abord déplacée à la cote prévue, au moyen d'un treuil électrique, la durée de cette opération n'ayant pas dépassé 13 minutes.

L'une des transformations les plus caractéristiques réalisées en ces dernières années est celle d'un paquebot mixte du *Rotterdamsche Lloyd*, le *Slamat*, effectuée aux Chantiers Wilton de Rotterdam. Ce bâtiment, qui date de 1922, s'était trouvé déclassé du fait de la mise en service de paquebots neufs à moteurs de la même compagnie, qui réalisaient en service la vitesse de 17 nœuds 5 : le *Slamat*, ne pouvant donner que 15 nœuds, n'aurait pu être maintenu sur la ligne des Indes Néerlandaises. La refonte du navire a comporté d'abord la transformation des chaudières et des turbines, ce qui permit d'obtenir un gain de puissance de 25 o/o. Quant à la coque, on décida d'allonger le navire par l'avant, d'une longueur de 4 m. 80 à la flottaison, ce qui impliquait la reconstruction de la coque sur 30 mètres à partir de l'étrave. Le nouvel avant, qui devait se raccorder exactement avec les contours de la coque primitive, fut établi suivant un plan tout différent, conforme au tracé Maier, forme de carène à section triangulaire qui assure un rendement plus satisfaisant, tant au point de vue de la résistance à la marche qu'à celui de la tenue à la mer.

Cet avant neuf fut construit à l'avance sur un dock, en partie du moins, pendant le dernier voyage du paquebot. Au retour, la partie condamnée du navire, fut découpée au chalumeau et enlevée par morceaux au moyen d'une grue de 120 tonnes. Après quoi, il fut procédé à la mise en place et à l'alignement de la partie neuve et au raccordement définitif. L'immobilisation du bâtiment sur le dock n'a duré que huit semaines.

LOUIS BASSO.

Mines

La tourbe en France. — La tourbe est une substance qui jusque là a assez peu retenu l'attention. Dans divers lieux, on s'en est servi comme combustible, comme matériau de construction et surtout comme litière dans les étables, mais ces utilisations ont eu lieu surtout en Allemagne du Nord, en Pologne et en Suède. En France, les mêmes emplois ont été réalisés, mais beaucoup plus réduits, les surfaces occupées par les tourbières étant aussi de beaucoup plus modestes. Néanmoins, devant une tendance bien marquée à l'industrialisation de la tourbe, on semble être à la veille de la classer parmi les matières premières réellement utiles.

Comme la houille et le lignite, la tourbe on le sait, à une origine végétale; elle n'est qu'au premier stade de la transformation et prend naissance encore sous nos yeux. Tandis que houille et lignite existent depuis de longues périodes géologiques, la tourbe ne date que des temps quaternaires.

Cette décomposition de végétaux qui est en somme un enrichissement en carbone doit, pour arriver à la tourbe, se produire dans des conditions particulières. Il faut d'abord des végétaux aquatiques de l'espèce des sphaignes qui en se développant se serrent les uns contre les autres au point de former un véritable feutrage, il faut leur présence dans des eaux peu profondes, peu limoneuses et surtout peu courantes. Il ne faut pas non plus des eaux complètement stagnantes; de plus, le fond doit être argileux, c'est-à-dire imperméable.

Le développement des sphaignes se faisant par la partie supérieure, les racines finissent par mourir, et, il y a sans cesse exhaussement de la couche végétale. Celle-ci se recouvre d'autres végétaux, tels que mousses, prêles, saules, bouleaux, etc., qui croissent et meurent à leur tour, de telle sorte que souvent le niveau moyen du sol est dépassé.

On attribue aux substances antiseptiques (résines, gommes, acide ulmique, acide gallique, etc.), des sphaignes, la préservation des parties ligneuses pour les soustraire à une trop brusque décomposition. D'où la nécessité d'une eau assez calme pour que ces substanecs ne soient pas entraînées. Il faut d'autre part, que le milieu n'ait pas une chaleur trop élevée qui empêcherait la transformation lente : on ne trouve d'ailleurs des tourbières abondantes qu'au delà du quarante-cinquième parallèle et leur zone de prédilection se trouve autour du cinquante-cinquième.

Ce mode de formation sommairement expliqué, on peut en déduire que la tourbe fait davantage partie du règne végétal que de celui minéral, on peut en déduire aussi que certaines tourbières peuvent se prêter à l'exploitation en coupe réglée, tout comme une forêt. Pour la tourbe, à l'inverse de la houille, on peut dire qu'elle se reforme après enlèvement.

Gisements de tourbe et leur exploitation. — C'est donc dans les parties basses et marécageuses de la Russie et de l'Allemagne du Nord qu'il faudra chercher les grandes tourbières; elles existent aussi en Hollande, en Irlande et, plus disséminées, en Suisse et en Italie.

En France, sans atteindre jamais de très grandes étendues, les tourbières sont cependant fort nombreuses; on peut même dire quil y a peu de département français qui en soit complètement dépourvu'. Les plus importantes sont dans la Somme où elles couvrent 3.000 hectares et dans le Pas-de-Calais (vallée de la Canche) où elles sétendent sur 2.000 hectares. On trouve des gisements analogues, mais moins vastes dans les vallées de l'Oise, de l'Aisne, de la Marne et autres rivières du bassin parisien. Citons aussi le marais tourbeux de Montoir dans la Loire-Inférieure dont la surface voisine 16.000 hectares et celui de Gorges, près Carentan, dans la Manche.

On connaît des tourbières à des altitudes relativement élevées et sur des pentes souvent très raides dans le Jura, le Doubs et la Haute-Saône; voire même sur les pentes granitiques du Plateau Central, principalement dans le Cantal et la Dordogne.

Le département de l'Isère possède ses tourbières vers Morestel, Bourgoin et La Verpillière; celui de l'Ain dans les plaines des Dombes. Finalement, on peut citer celles des Pyrénées, dans la région de Pau et dans l'Ariège. Mais les seuls gisements desquels on tire quelque parti sont ceux de la Somme et région avoisinante, ceux du Jura et ceux de l'Isère.

La couche de tourbe y a des épaiseurs excessivement

variables qui, descendant à 0,50, peuvent atteindre jusqu'à 8 mètres; la moyenne varie entre 2 et 4 mètres. L'extraction peut se faire soit à sec, soit sous l'eau. Le premier cas qui est le plus simple, mais non le plus fréquent, a lieu quand la tourbe « désaffleure » ou qu'on

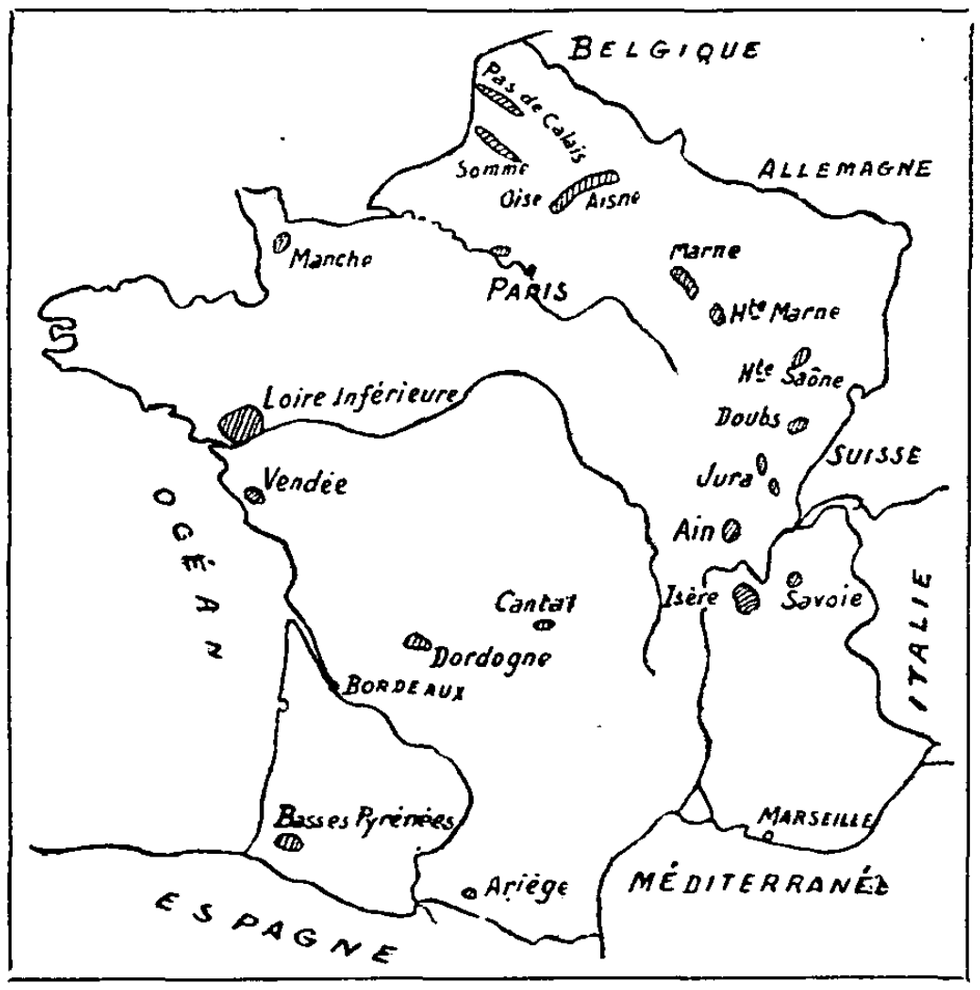


Fig. 1. — Les tourbières en France.

peut facilement abaisser le niveau des eaux par le moyen de fossés. On procède alors comme dans une carrière ordinaire d'argile, en découpant la tourbe en mottes que l'on met à sécher en les appuyant deux par deux en forme de toit.

Dans le cas de tourbe noyée, on emploie de temps immémorial le *grand louchet*, sorte de bèche à bords repliés qui permet de retirer des prismes de tourbe et d'atteindre graduellement la base de la carrière. La dessiccation a lieu de la même façon. On a appliqué les moyens mécaniques au louchet, qu'on place soit sur le bord du marécage à exploiter, soit sur une drague flottante.

Quel que soit le mode d'extraction, on reconnaît de suite au séchage la qualité du produit. En effet, la tourbe possède un retrait à la dessiccation beaucoup plus grand que n'importe quelle autre matière. La tourbe de qualité supérieure se réduit à moins du quart du volume primitif. Nous avons vu des briquettes moulées à 22 centimètres de long sur 11 de large et 10 de haut, se réduire à $14 \times 6 \times 5$.

Il est assez difficile d'évaluer la production actuelle de la tourbe en France, nombre de points d'extraction locaux et intermittents échappant à toute statistique; nous croyons qu'on peut l'estimer entre 250.000 et 300.000 tonnes.

Propriétés et applications de la tourbe. — Le mode même de formation fait que dans une tourbière on rencontre cette substance sous différents états. Au sommet, se trouve la *tourbe mousseuse*, légère, de couleur grise ou jaunâtre et correspondant à des végétaux incomplètement décomposés; au-dessous apparaît la *tourbe feuilletée*, de couleur plus brune, plus dense et plus transformée que la précédente, enfin, à la base, c'est la *tourbe noire*, ne donnant plus à l'œil nu traces de végétaux et se rapprochant de certains lignites terreux. C'est la qualité la plus riche en carbone, par suite, la plus estimée comme combustible.

Pour bien montrer la différence de ces trois sortes de tourbe superposées (fig. 2), nous donnons pour chacune

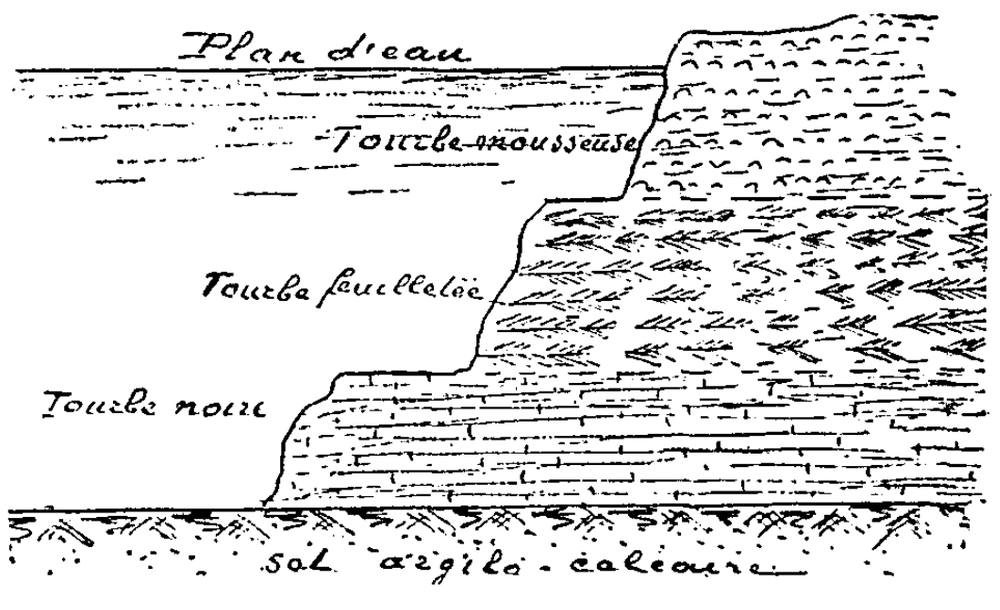


Fig. 2.
Coupe schématique d'une tourbière de la Somme.

d'elles les teneurs en chaux, en azote et en cendres totales pour un même lieu d'extraction sis à Bief du Fourg (Jura).

Variétés	Azote	Chaux	Cendres totales
	%	%	%
Tourbe mousseuse	6,80	2?,08	31,00
Tourbe feuilletée	16,10	5,60	10,50
Tourbe noire	11,10	11,20	50,00

Pour le chauffage, la tourbe est un combustible bien médiocre quand elle n'est employée que simplement desséchée à l'air; elle renferme alors entre 15 et 25 o/o d'eau et son pouvoir calorifique dépasse rarement 2.500 calories.

On a fabriqué depuis longtemps la briquette de tourbe, mais on n'arrive qu'à une faible amélioration si on opère rudimentairement et le prix de revient ne devient plus avantageux si on utilise les presses perfectionnées et les installations de séchage qui leur sont nécessaires.

Par contre, le coke de tourbe semble retenir beaucoup l'attention; les chiffres suivants qui ont trait à une installation allemande montrent l'enrichissement en carbone de la matière et son accroissement de pouvoir calorifique.

Constituants	Tourbes brutes	Coke après 18 heures de chauffe	Coke après 24 heures de chauffe
	%	%	%
Eau	59,10	3,81	0,40
Carbone	26,12	73,89	87,80
Soufre	0,22	0,20	0,30
Hydrogène	2,02	3,59	2,00
Oxygène et azote	10,97	16,01	6,30
Cendres	1,57	2,50	3,20
Pouvoir calorifique ..	2.000 calories	6.700 calories	7.800 calories

L'exemple est pris sur une tourbe à très faible teneur en cendres, mais comme pour les charbons, la cokéfaction est encore intéressante jusqu'à 12 ou 15 o/o; or, ce sont les teneurs extrêmes de la plupart des tourbes lorsqu'on les ramène à 20 o/o d'eau.

Au congrès des Mines, de la Métallurgie et de la Géologie appliquée tenu à Liége en juin 1930, la question des progrès à réaliser sur les cokes employés en métal-

Inrgie a été fortement discutée; nous citerons une des conclusions de M. J. Pieters : « Quel que soit le com-« bustible utilisé, que ce soit du charbon à coke, du « lignite et de la tourbe de n'importe quelle formation, « il est toujours possible de fabriquer à l'aide de ce com-« bustible un coke métallurgique de première qualité à « un prix sensiblement inférieur généralement au prix de « revient du coke actuel. »

Loin d'accepter cet énoncé dans sa totalité, nous considérons tout de même qu'il montre en l'exagérant tout ce qu'on peut attendre du coke fabriqué avec la tourbe.

Dans l'exemple allemand cité plus haut, où il y a récupération des sous-produits, on obtient les rendements suivants :

330 kilos de coke par tonne de tourbe,

40 kilos de goudron par tonne de tourbe,

400 kilos d'huiles et eau goudronneuse par tonne de tourbe,

230 kilos de produits gazeux par tonne de tourbe.

Nous ajouterons qu'en Suède, on emploie la tourbe sur un type spécial de locomotive pour de nombreuses lignes de chemin de fer.

D'autre part, la distillation de la tourbe a été tentée soit pour en retirer des gaz combustibles, soit pour arriver aux hydrocarbures; nous savons qu'en différents pays de nombreux essais s'y rapportant sont en œuvre. Nous les considérons intimement liés à la production du coke.

Un des usages tout indiqué de la tourbe est la fabrication des nitrates; constituée presque exclusivement de matières organiques, elle forme un excellent support de nitrières qui peuvent devenir d'une activité extraordinaire. Des essais effectués sur une surface de 1 hectare avec 1 mètre d'épaisseur soit sur 10.000 mètres cubes ont donné une production journalière de 3.000 kilos de nitrate de potasse. Ces chiffres sont énormes comparés à ceux des anciennes salpêtrières qui, après deux ans seulement, donnaient environ 5 kilos par mètre cube, soit 20 fois moins.

La tourbe est souvent un excellent engrais par la potasse, l'azote, la chaux et l'acide phosphorique qu'elle peut renfermer; mais elle prend un double rôle quand auparavant on l'a fait servir de litière. Coupée en paillette (de nombreuses usines en Allemagne et en Norvège en ont fait une véritable industrie), elle constitue un excellent couchage et remplace avantageusement toutes les autres litières généralement employées, paille comprise.

Les qualités absorbantes et désinfectantes de la tourbe sont utilisées sur une vaste échelle, dans les fosses d'aisances, les écuries, les égouts; on peut l'employer avec succès sur toutes les eaux malsaines ou corrompues. C'est la qualité mousseuse qui convient le mieux pour ces usages.

La tourbe entre dans la fabrication de papiers grossiers, et dans celle de pansements et tissus hygiéniques. Ce dernier point peut paraître paradoxal, cependant la variété jaune de la tourbe mousseuse est très recherchée pour ses qualités aseptiques et imputrescibles. Dans certaines régions, on fabrique même des sous-vêtements avec la tourbe et dans d'autres des matelas.

C'est exposé succint montre la diversité des usages de la tourbe auxquels l'industrie chimique en ajoute chaque jour de nouveaux. C'est ce qui nous fait croire à la véritable industrialisation très prochaine de cette matière, aujourd'hui ignorée de la majorité du grand public.

V. Charrin.

Electricité

La Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques en 1933. — Il était à craindre qu'en raison de la crise économique mondiale, la VII[e] Session de la Conférence des Grands Réseaux Electriques fût moins brillante que les précédentes. Ces craintes étaient exagérées, le nombre des auditeurs venus à Paris en 1933 est sensiblement égal à celui des congressistes de 1931 et le nombre des rapports est passé de 100 à 125. Ces rapports font connaître les progrès et les préoccupations des principaux producteurs et distributeurs de l'Energie électrique.

Venus de 32 Etats des cinq parties du monde, les délégués officiels et les membres ordinaires ont pris part à d'intéressantes discussions et ont ensuite visité les grandes centrales de notre pays dans les régions pittoresques des Vosges, du Massif Central et des Pyrénées.

Les rapports. — Nous ne pouvons donner la liste des 125 rapports présentés et discutés, mais nous allons tenter d'exposer, d'après cela, les tendances des grands réseaux.

La production et la transformation de l'énergie, y compris la marche en parallèle des alternateurs et l'emploi du courant continu, ont été l'objet de nouvelles communications concernant la construction, la lutte contre le bruit, le réglage, la stabilité, les courants synchronisants. Les transformateurs, les huiles isolantes et les autres isolants ont été longuement examinés ainsi que les appareils de mesure. Quant au courant continu, il donna lieu à une mise au point par M. Scholberg-Henriksen (Norvège) de la transmission d'énergie par les très hautes tensions ; on discuta l'emploi des convertisseurs ioniques pour le transport de l'énergie par courant continu et, d'autre part, quelques caractéristiques des soupapes à vapeur de mercure travaillant comme redresseurs réversibles.

La construction, l'isolation et l'entretien des lignes est une section importante des travaux de la Conférence. On examine les principaux problèmes relatifs aux câbles, au calcul des lignes et on apprécie, à ce sujet, les remarques nouvelles de M. André Blondel sur le calcul des lignes haute tension à inductance et à capacité réparties. A propos des isolateurs, M. A. O. Austin définit un index de sécurité des lignes électriques et les essais des isolateurs ; M. B. Chambel décrit un appareil propre à déceler les isolateurs avariés. En ce qui concerne les conducteurs aériens, on s'ingénie surtout à lutter contre les vibrations.

Nous n'avons rien entendu sur les maladies des supports ou poteaux en béton, assez mystérieuses parfois, ni sur les magnifiques réalisations de MM. Freyssinet et Séailles concernant des poteaux et des pylônes en béton dans lesquels les armatures ont été préalablement tendues pour compenser les effets du retrait et même les contraintes résultant du service normal. Nous pensons que ces questions seront examinées dans une prochaine session.

L'exploitation et la protection des réseaux sont longuement discutées : M. le baron Forgeur (Belgique) a été le rapporteur de l'interconnexion et stabilité des réseaux ; M. del Buono (Italie), de la mise à la terre ; M. Budeanu (Roumanie), de la puissance réactive et de l'amélioration du facteur de puissance ; le professeur Matthias (Allemagne), des surtensions et des coups de foudre ; M. Brock (Autriche), des perturbations radio-

phoniques ; M. Barrère (France), de la téléphonie entre centrales, des commandes et mesures à distance ; enfin M. Collet (France), de l'influence du courant fort sur les lignes téléphoniques.

Parmi les communications diverses, nous signalons

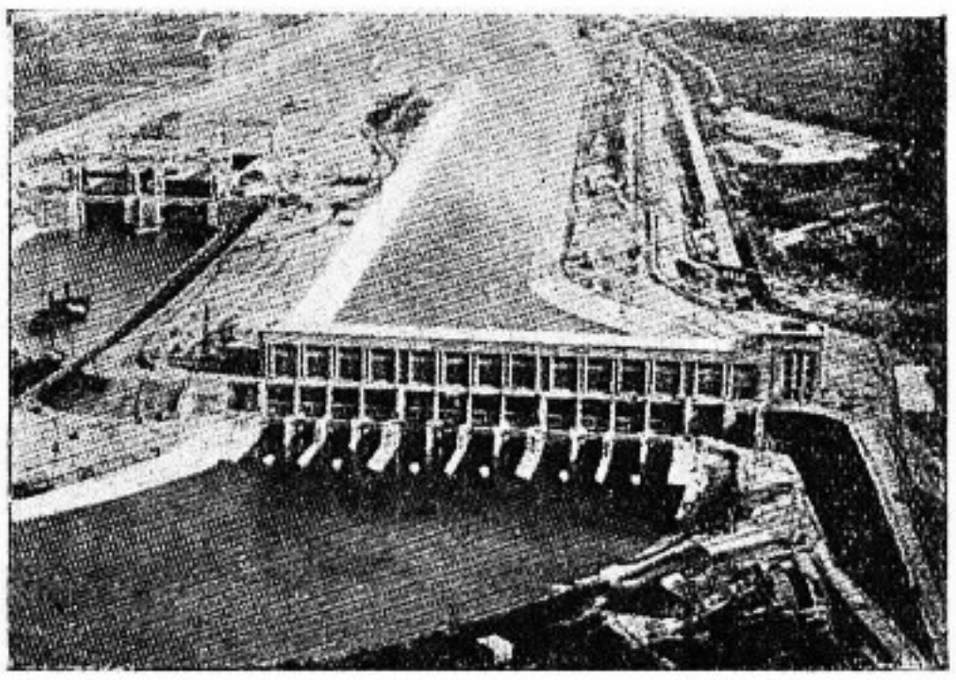


Fig. 1. — Kembs. Vue générale de l'usine.

celle de M. Kopec (Tchécoslovaquie), sur l'étude économique d'un réseau et l'importance des postes de transformation et des sous-stations.

La Conférence a été suivie de voyages aux principales installations françaises récentes.

Alsace. — Nos lecteurs connaissent l'usine de Kembs, le barrage du Rhin, le canal de navigation et de force motrice, les écluses et le poste de transformation (220.000 volts). Cette usine aura une capacité de production de près d'un milliard de kilowatts-heure par an (800.000.000 Kwh.).

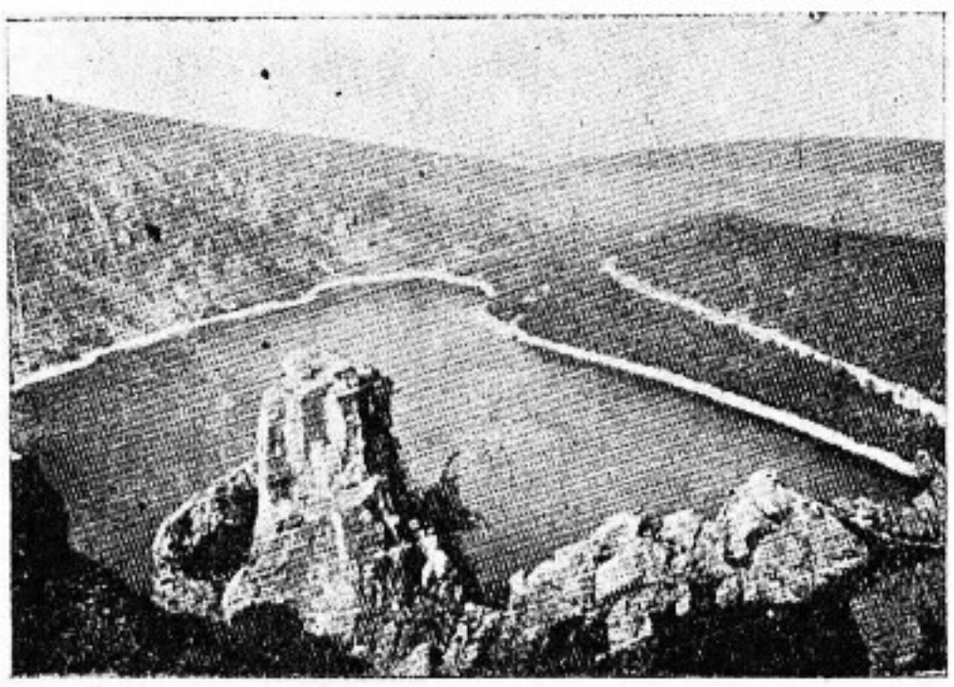


Fig. 2. — Lac Blanc.

Une très intéressante installation d'accumulation hydraulique est en construction aux lacs Blanc et Noir ; elle permettra d'emmagasiner 2 millions de mètres cubes d'eau avec une chute de 128 mètres. L'énergie produite par l'usine de Kembs pendant la nuit et les heures creuses sera utilisée à refouler par pompage l'eau du lac inférieur (lac Noir) dans le lac supérieur (lac Blanc) ; cette eau, en redescendant dans le lac Noir à travers les turbines installées concurremment avec les pompes, restituera en énergie de pointe, une importante partie de l'énergie utilisée par le pompage. Le fonctionnement de l'usine sera entièrement automatique.

Massif central. — La multiplicité des cours d'eau, leur encaissement dans d'étroites vallées ont donné une

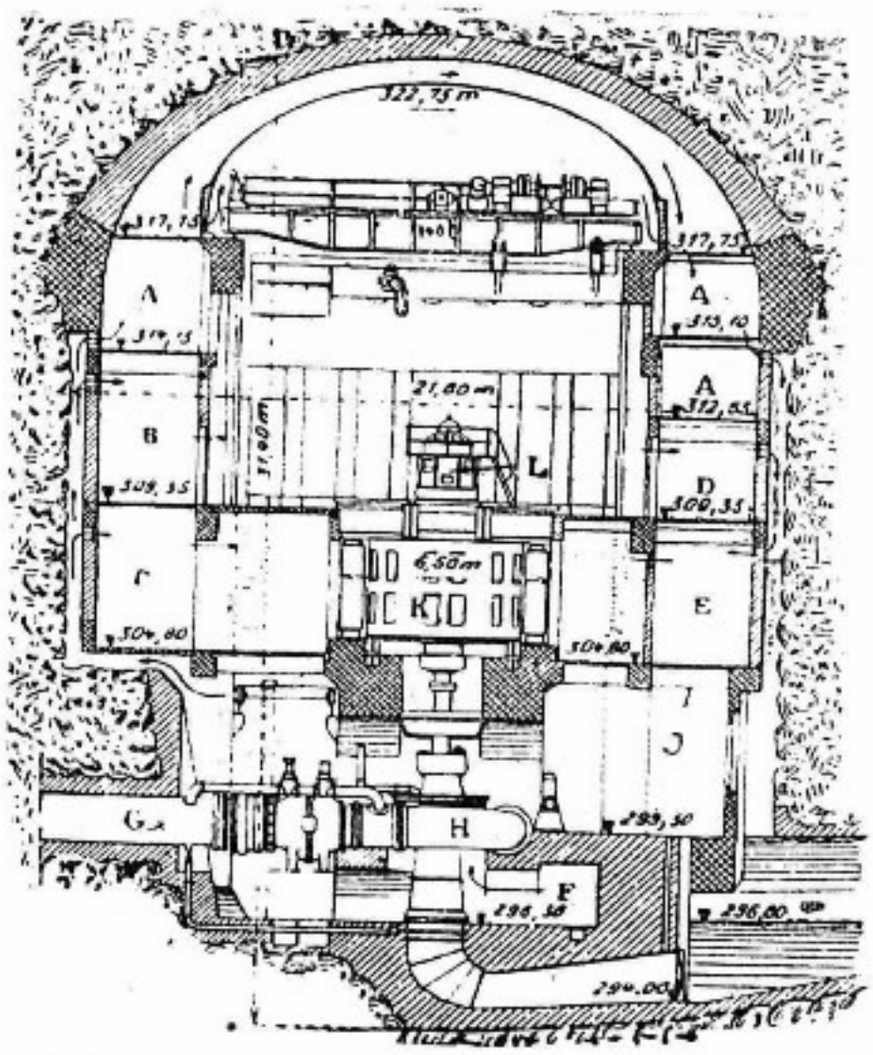


Fig. 3. — Coupe de la centrale de Brommat.

grande importance au Massif Central dans la production et la répartition de l'énergie électrique.

Le poste de Marèges (220.000 V.) est l'un des plus importants de France. Cinq usines hydro-électriques,

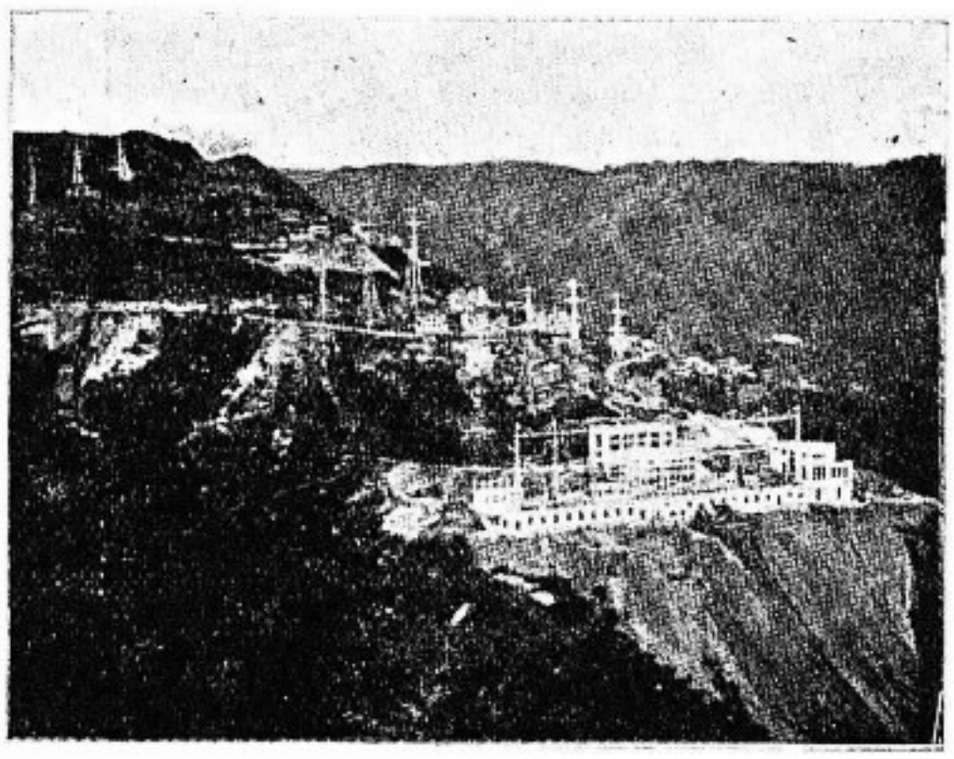


Fig. 4. — Brommat. Vue du départ à 200.000 volts.

d'une puissance totale de 264.000 Kw. débitant sur lui une grande partie de l'énergie qu'elles produisent et il transmet cette énergie jusqu'à Paris par une ligne à 220.000 V. de 510 kilomètres de long et d'une capacité de transport de 100.000 Kw. Cette ligne sera prochainement doublée par une seconde artère de même puissance.

Trois nouvelles usines en construction porteront pro-

chainement à 551.000 Kw. la puissance totale du groupe.

L'usine de Brommat, une des plus puissantes de l'Europe, dont la salle des machines est à 300 mètres sous terre, donne du courant à 15.000 volts, élevé sur place à 220.000 V. pour le transport ; elle utilise une chute nette de 240 à 256 mètres avec six groupes développant ensemble 167.000 Kw.

Le barrage de Sarrans, sur la Truyère, haut de 105 mètres, pourra retenir 308.000.000 de mètres cubes d'eau en créant un lac de 38 kilomètres de long. La puissance de l'usine sera de 102.000 Kw.

Nous ne citerons seulement que les usines de Coindre (24.000 Kw.) sur la Rhue, et de Roche-le-Peyroux (27.000 Kw.) sur la Diège.

Pyrénées. — Dans cette région se trouvent les usines qui alimentent notamment 1.490 kilomètres de lignes des chemins de fer du Midi.

Le poste de Lannemezan appartient à l'Union des Producteurs d'Electricité des Pyrénées occidentales ; il reçoit de 16 usines une puissance totale de 267.000 Kw. sous forme de courant à 60.000 volts qu'il élève à 150.000 volts.

Les usines de la vallée d'Ossau contribuent à l'alimentation des locomotives électriques des chemins de fer du Midi : ce sont les usines du Hourat (37.000 Kw.), de Miégebat (37.000) et d'Artouste (22.000) qui utilisent respectivement des chutes hautes de 800, 400 et 200 mètres.

Les congressistes ont aussi visité l'usine de la Société Als. Thom, à Tarbes ; ses 1.400 ouvriers sont spécialisés dans la construction des locomotives électriques et des turbines hydrauliques.

Le choix de la France comme siège de la Conférence des Grands Réseaux électriques est donc parfaitement justifié : d'une part, à cause des travaux scientifiques et techniques des ingénieurs français ; d'autre part, en raison de la puissance des réalisations récentes qui ont été établies dans des sites admirables.

Edmond Marcotte.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 août 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Torsten Carleman.* — **Sur les systèmes linéaires aux dérivées partielles du premier ordre à deux variables.**

— *S. Minetti* (transm. par M. E. Borel). — **Sur la géométrie de l'holospace des fonctions holomorphes dans un même domaine et sur ses liens avec la théorie des équations différentielles ordinaires.**

THÉORIES DES FONCTIONS. — *F. de Kok* (transm. par M. E. Borel). — **Sur quelques propriétés d'une fonction à partie réelle positive.**

ALGÈBRE. — *Helmut Hasse* (prés. par M. Elie Cartan). — **Théorie des restes normiques dans les extensions galoisiennes.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Tchang Tè-Lou* (transm. par M. E. Jouguet). — **Sur un régime anormal de fonctionnement des moteurs à combustion interne.**

L'auteur signale un régime particulier de fonctionnement dans lequel l'allumage par point chaud, qui se produit plus tôt que l'allumage électrique réglé, se substitue de temps à autre à ce dernier. Le moteur a une marche apparemment stable, mais la valeur de l'avance ne peut pas être considérée comme étant celle donnée à la magnéto.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Errera* et *H. Brasseur* (transm. par M. J. Perrin). — **Le pouvoir inducteur spécifique et l'eau de cristallisation des aluns.**

Pour les aluns étudiés, la mesure du pouvoir inducteur spécifique est en même temps une mesure de la force avec laquelle l'eau de cristallisation est retenue par le solide. C'est une analyse physico-chimique par la méthode diélectrique ; le pouvoir inducteur spécifique est d'autant plus élevé que l'énergie de liaison de l'eau de cristallisation est plus faible. Le parallélisme entre le volume atomique du métal et la constante diélectrique du cristal suggère la possibilité que les atomes métalliques y soient à l'état d'atomes neutres plutôt qu'à l'état d'ions.

CHIMIE MOLÉCULAIRE. — *C Hrynakowski* et *C. Kalinowsky* (prés. par M. Matignon). — **Sur l'association de quelques dérivés de l'acide salicylique et sur la déformation de leurs molécules, déduites des mesures de la polarisatisn moléculaire diélectrique.**

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *G.-F. Jaubert* (prés. par M. Matignon). — **Sur les appareils respiratoires à peroxydes alcalins (oxylithes).**

C'est l'oxylithe PPS, produit qui répond sensiblement à la formule d'un pentoxyde de potassium et de sodium : K^2NaO^5, qui est le seul employé pour les appareils respiratoires non seulement du fait de haute teneur en oxygène libérable mais également à cause de sa contexture physique, qui permet au courant d'air vicié à régénérer, de le traverser facilement, même en couches épaisses.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *D. Schneegans* (prés. par M. Jacob). — **La subdivision de la zone du Flysch au sud de la Maurienne.**

La zone du Flysch, dite aussi zone de l'Embrunais et zone des Aiguilles d'Arves n'est pas une zone continue, comme on l'a admis jusqu'ici ; sa continuité n'est qu'apparente. Les termes de « nappe des Aiguilles d'Arves » et de « nappe de l'Embrunais » ne désignent pas une même unité tectonique ; ils correspondent à deux éléments distincts, à deux *festons ;* le plus interne (nappe de l'Ubaye-Embrunais) est *relayé* vers le nord par un autre, plus externe (nappe des Aiguilles d'Arves). Ils sont tous deux caractérisés par un grand développement du Flysch.

— *R. Lambert* (prés. par M. Jacob). — **Observations géologiques dans la région comprise entre Agadez et Zinder (Niger).**

Le substratum du Damergou est constitué par les *Grès du Tégama ;* il est recouvert par des couches fossilifères qu'on a rapportées : soit au Turonien, soit au Cénomanien. Tous les fossiles proviennent presque exclusivement des bancs calcaires intercalés dans les argiles gypsifères. A la base des formations fossilifères, on a rencontré, au puits du poste de Tanout, deux couches de lignite. La détermination de quelques-uns des fossiles (*Neolobites*, *Acanthoceras rothomagense*) justifie l'attribution au Cénomanien des assisses inférieures du Damergou.

ZOOLOGIE. — *M*lle *F. Blooh* et *L. Gallien* (prés. par M. Caullery). — **Sur un Copépode parasite de la ponte de *Carcinus mœnas* Pennant (*Lecithomyzon mænadis* n. g., n. sp.).**

Les auteurs donnent la description sommaire de ce parasite, rencontré à divers stades sur des pontes de *Carcinus mænas* et qu'on n'a pas retrouvé sur les pontes d'autres Crabes (*Portunus puber*, *P. holsatus*, *Maïa squinado*), ni de Porcellanes. Ce parasite, par son allure et ses appendices, se rapproche à certains égards de *Cancerilla tribulata* Dalyell, ectoparasite sur *Amphiura squamata*. Mais, c'est surtout dans la famille des *Choniostomatidæ* qu'il faut chercher ses affinités, en raison de son appareil buccal et de ses divers appendices. Il semble devoir constituer, dans cette famille, un genre nouveau, pour lequel on propose le nom de *Lecithomyzon mænadis*.

— *Ch. Joyeux* et *J.-G. Baer* (prés. par M. Caullery). — **Le réencapsulement de quelques larves de Cestodes.**

On a observé le réencapsulement de larves *Tetrathyridium* provenant d'une couleuvre, chez une grenouille rainette (*Hyla arborea* L.) et chez les Lézards de muraille (*Lacerta muralis* Laur.). Il y a scission de la larve, dont le scolex traverse seul la paroi digestive; l'encapsulement, dans le tissu péritonéal, est complet le 37e jour et le *Tetrathyridium* reformé ressemble en tous points à celui dont on est parti. On a réussi aussi à faire réencapsuler le *Cysticercus acanthotetra* Parona, larve de *Diplopylidium acanthotetra* des Carnivores, chez *Lacerta muralis;* les faits se passent comme dans le cas précédent, mais il n'y a pas scission de la larve, qui traverse toute entière le tube digestif.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *G. Blanc, M. Noury, M. Baltazard* et *M*lle *Fischer* (prés. par M. Roux). — **Présence, chez le pou de l'écureuil de Gétulie, d'un virus récurrent, type hispano-africain, pathogène pour l'homme et le Cobaye.**

Quand on inocule le cerveau de l'Ecureuil au Cobaye, on ne peut, chez ce dernier, déceler le Spirochète. Si on inocule, au Cobaye, les poux prélevés sur l'Ecureuil, les Spirochètes apparaissent dans le sang; le sang du Cobaye ainsi infecté transmet la fièvre récurrente à l'homme, chez qui on rencontre alors quelques Spirochètes. Il reste à démontrer définitivement l'identité de ces Spirochètes à ceux de la fièvre récurrente hispano-africaine, auxquels ils sont identiques morphologiquement.

— *Weinberg* (prés. par M. Roux). — **Sérothérapie de l'appendicite gangréneuse et de la péritonite.**

Des nombreuses expériences qui ont été faites, et dont les premières remontent à 1919, il résulte que l'emploi de sérum antigangréneux ou de sérum anticolibacillaire, seuls ou associés, exerce un effet indiscutable sur le malade. Les sérums sont injectés à la fin de l'opération, pendant que le malade se trouve sous l'influence de la narcose. La plupart des chirurgiens qui ont pratiqué la sérothérapie de l'appendicite gangréneuse ou de la péritonite généralisée ont observé que, même dans les cas où ils n'ont pas réussi à sauver leurs malades, l'injection de sérum a été rapidement suivie d'une amélioration passagère des symptomes généraux et locaux. L'application de la sérothérapie a fait baisser très sensiblement la mortalité.

M. Mascré.

Séance du 21 août 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *G. Van der Lyn.* — **Sur l'existence d'intégrales apportées de l'équation $y' = f(x, y)$.**

ALGÈBRE. — *Halmut Hasse* (transm. par M. E. Cartan). — **Applications au cas abélien de la théorie des restes normiques dans les extensions galoisiennes.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *A. Demoulin.* — **Sur une classe de familles de quadriques à deux paramètres.**

AÉRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *J. Valensi* (transm. par M. Henri Villat). — **Sur le champ des vitesses à l'arrivée des hélices aériennes propulsives.**

THERMODYNAMIQUE. — *N. de Kolossowsky.* — **Contribution à la théorie thermodynamique des liquides.**

SISMOLOGIE. — *J. Coulomb* (transm. par M. Brillouin). — **Nature discontinue des ondes de Love.**

ASTRONOMIE. — *M*me *Camille Flammarion* et *F. Quénisset* (prés. par M. A. de La Baume Pluvinel). — **Sur l'apparition d'une tache blanche à la surface de Saturne.**

Cette tache a été observée à l'Observatoire de Juvisy, le 6 août 1933, à 0 h. 50 m. (T. U.). Elle était alors sur le limbe suivant (Est) de la planète, dans la zone équatoriale. De forme elliptique, allongée en longitude, sa blancheur contrastait vivement avec les régions voisines, plutôt grisâtres. Son aspect rappelait celui de la grande baie claire qui renferme la Tache rouge de Jupiter.

MÉTÉOROLOGIE. — *C. Limb* (transm. par M. Ch. Maurain). — **La visibilité du Mont Blanc à partir de l'Observatoire de Fourvière, à Lyon.**

Les observations sur la visibilité du Mont-Blanc faites précédemment par M. André Allix et par M. Ph. Flajolet quoique donnant des résultats très nettement différents pour la période 1894-1900 paraissent néanmoins représenter l'exacte réalité des faits observés de chacune des deux stations Saint-Genis-Laval et Fourvière.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *A. Cotton.* — **Sur l'emploi des indicateurs colorés pour déceler l'hétérogénéité des alliages.**

M. Prot et Mlle Goldovsky avaient indiqué un procédé fondé sur les indicateurs colorés pour examiner les métaux au point de vue de leur hétérogénéité. L'auteur signale un travail antérieur de M. Ch. Quillet qui a été seulement perfectionné par M. Prot et Mlle Goldovsky.

SPECTROSCOPIE. — *M. Morand* et *A. Hautot* (transm. par M Ch. Fabry). — **Nouvelles données sur la structure du rayonnement K des atomes très légers.**

MINÉRALOGIE. — *G. Jourgvsky, P. Charczenko* et *G. Choubert.* — **Sur la susceptibilité magnétique de quelques roches éruptives basiques.**

La nouvelle méthode indiquée par les auteurs permet, d'une part, la distinction nette de l'ilménite et de la magnétite et le calcul de la quantité de cette dernière et, d'autre part, la vérification dans certains cas, par des mesures magnétiques directes, du résultat de ce calcul.

L. Franchet.

GÉNÉTIQUE. — *M*lle *C. Bourdouil* (prés. par M. Blaringhem). — **Sur quelques caractères intermédiaires des hybrides de deuxième génération entre espèces de *Pisum* (*P. sativum* avec *P. arvense*).**

Les graines de F_2 ont toutes un tégument semblable à celui de *P. arvense*. Mais il y a disjonction pour l'embryon. On distingue : des graines ridées, des graines lisses dans la proportion de 1:3,4. Certaines des graines comptées comme lisses donnent par le caractère légèrement plissé de la surface l'impression d'être, en réalité, des intermédiaires. Ce caractère est confirmé par la déter-

mination du coefficient d'imbibition et de la teneur en amidon. Le poids moyen d'une graine est intermédiaire et se rapproche cependant du poids moyen du parent le plus léger.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Blaringhem.* — **L'habitus des Lins en rapport avec leur fécondité et leur sélection.**

Chez des lignées pures on a constaté une homogénéité remarquable de l'habitus des individus au cours de la floraison : ouverture des fleurs, allongement des filets staminaux, ouverture de l'anthère, chute des pétales, ont lieu au même moment. Il y a très peu de fleurs avortées; la fertilité est parfaite. Chez des métis fixés, on constate une réduction de la productivité des graines, dont la récolte est réduite au tiers, souvent à moins. On y constate des irrégularités dans l'habitus floral; il y a maturation ralentie des éléments ligneux et c'est là que réside la cause des désordres constatés dans l'épanouissement des grappes, des pétales, des étamines, des stigmates. Chez des hybrides entre lins à fibres et lins à grosses graines, les irrégularités sont plus marquées encore. En résumé, les altérations de la croissance, de la lignification au cours de et après la floraison des Lins métis à fibres aboutissent à la production de lignées dont les tiges ne cessent de s'allonger jusqu'à dessiccation et fournissent des fibres longues et souples; mais ces particularités sont corrélatives d'une forte réduction dans la production des graines et d'une instabilité qui limitent leur emploi dans la grande culture.

ZOOLOGIE. — *A. Labbé* (prés. par M. Joubin). — **Sur la présence de spicules siliceux dans les téguments des Oncidiadés.**

Sous l'épiderme du manteau des *Oncidiella* étudiés existent des formations, jusqu'ici considérées comme des glandes, et qui sont, en réalité, des spicules. Il est remarquable que ces spicules sont constitués de silice, de tels spicules n'ayant été observés jusqu'ici que chez les Protozoaires et les Eponges. Leur structure est homogène; ils paraissent trouver leur origine dans des glandes unicellulaires renfermant un contenu pulvérulent. Les Mollusques qui fixent ordinairement le calcium, peuvent donc aussi fixer la silice, sous forme figurée. Il sera prudent de vérifier la constitution chimique des spicules de certains animaux marins que l'on a toujours considérés, *à priori*, comme formés de carbonate de calcium.

BIOLOGIE PHYSICO-CHIMIQUE. — *H. Plotz* (prés. par M Perrin). — **Rôle des cellules embryonnaires dans la culture des virus de la peste aviaire.**

Si l'on empêche l'arrivée de l'oxygène vers les cellules embryonnaires il n'y a pas production de virus, les cellules restant vivantes. La substitution, à l'oxygène, d'autres accepteurs d'hydrogène, pourvu qu'ils ne pénètrent pas dans la cellule, permet la production de virus. Le virus se développe dans les cellules où il rencontre un milieu dont le potentiel est le plus favorable à son développement, et ceci explique pourquoi l'on trouve une quantité de virus fixée sur les cellules plus grande que dans le liquide ambiant.

CYTOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Cl. Regaud, G. Gricouroff* et *Eud. Villela* (prés. par M. Roux). — **Sur la formation d'une race hybride de cellules épidermiques mucipares, pendant la transformation métaplasique de l'épithélium du canal utérin, qui précède ou accompagne la cancérisation.**

La métaplasie précancéreuse de l'épithélium du canal cervico-utérin est précédée, ou accompagnée, de la création d'une race cellulaire nouvelle à caractères mixtes. Cette race possède à la fois un caractère épidermique (tonofibrilles) et un caractère mucipare (mucus colorable) l'un et l'autre plus ou moins dégradés. Le caractère épidermique est seul apparent dans les cellules profondes du néo-épithélium. Les cellules superficielles, éléments terminaux de la lignée, développent seules les deux caractères. La naissance de cette race cellulaire « hybridoïde » peut être considérée comme une mutation somatique en rapport avec la cancérisation.

SÉROTHÉRAPIE. — *H. Vincent.* — **La sérothérapie anticolibacillaire. Résultats de son emploi dans les appendicites gangréneuses graves avec péritonite locale ou généralisée.**

« On doit considérer l'appendicite aiguë, non comme une affection banale, mais comme une maladie infectieuse à virus spécifique et encore inconnu, particulière à l'homme ». « Le plus grand danger de l'appendicite réside dans sa localisation anatomique qui permet à certaines bactéries de l'intestin et spécialement au *Bacillus coli* de faire irruption dans le péritoine, apportant ainsi, par son intervention surajoutée, un coefficient de gravité considérable ». Aussi l'auteur a-t-il recommandé depuis longtemps comme adjuvant de la chirurgie la sérothérapie anticolibacillaire dans les appendicites gangréneuses compliquées de péritonite. Cette pratique a permis la guérison de nombreux malades opérés du troisième au huitième jours. Elle doit être, dans les cas indiqués, le complément nécessaire du traitement chirurgical.

M. Mascré.

Séance du 28 août 1933.

GÉOMÉTRIE. — *E.-O. Lovett* (transm. par M. Elie Cartan). — **Sur certaines courbes qui généralisent les coniques.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *J. Mirguet.* — **Sur certaines surfaces possédant un plan tangent.**

MÉCANIQUE QUANTIQUE. — *I.-I. Placinteanu* (prés. par M. L. de Broglie). — **Considérations théoriques sur la constitution des neutrons, électrons positifs et photons. Existence des protons négatifs.**

MÉCANIQUE ONDULATOIRE. — *J.-L. Destouches* (prés. par M L. de Broglie). — **Les principes de la Mécanique ondulatoire générale et les connections entre les diverses Mécaniques abstraites.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *A.-P. Rollet* et *W. Graff* (prés. par M. Matignon). — **Analyse thermique du système chlore oxytrichlorure de phosphore.**

L'analyse thermique des mélanges de chlore et d'oxytrichlorure de phosphore montre l'existence d'une combinaison qui est considérée comme un oxytétrachlorure de phosphore. Ce composé nouveau se présente en petits prismes jaunes et se dissocie en chlore et oxytrichlorure au-dessus de la température de —55°.

CHIMIE ORGANIQUE. — *S. Sabetay* (prés. par M. Delépine). — **Le trichlorure d'antimoine, nouveau réactif de la double liaison.**

Les auteurs ont constaté que le trichlorure d'antimoine qui produit une coloration avec de nombreuses essences, ne réagit que sur les dérivés non saturés. A côté du permanganate, du brome, du tétranitrométhane, de l'acide perbenzoïque, du tétroxyde d'osmium, de l'ozone et de l'hydrogène, etc., le tétrachlorure d'antimoine, en solution chloroformique, constitue donc un réactif de la double liaison, peut-être aussi de la liaison triple.

L. Franchet.

MITHOLOGIE. — *M. Bolgarsky*. — Quartzites à magnétite du cercle de Man et de ses environs (Côte d'Ivoire).

Ces quartzites sont composés de grains de quartz, de cristaux de magnétite et rarement de pyroxine ou d'amphibole. La roche a une structure et une texture rubanées, où les traînées de quartz se succèdent avec celles de magnétite, cette dernière formant parfois des lits de minerai pur. Ces quartzites sont en relation étroite avec des roches basiques métamorphiques et semblent être aussi d'origine éruptive.

ZOOLOGIE. — *O. Duboscq* et *M^lle O. Tuzet* (prés. par M. Caullery). — Quelques structures des amphiblastules d'Eponges calcaires.

Avant la pseudo-gastrulation, les cellules columnaires donnent naissance à un flagelle qui vient battre dans la cavité blastulaire. Chez *Sycon ciliatum*, on observe, sur une coupe transversale de l'amphiblastule, quatre cellules placées en croix, de structure spéciale, présentant en particulier un anneau chromatique; on a l'impression qu'il s'agit de cellules sensorielles spéciales, sensibles à la lumière. Des amæbocytes qui forment la « membrane placentaire » de l'amphiblastula, certaines se détachent entières pour pénétrer à l'intérieur de la larve.

ÉDECINE. — *H. Vincent*. — Rôle de l'intoxication colibacillaire dans l'étiologie de certains troubles mentaux. Leur guérison par le sérum anticolibacillaire.

Le *Bacillus coli* sécrète deux toxines : l'une entérotrope, l'autre neurotrope. Celle-ci peut provoquer des troubles nerveux, dont l'origine est démontée par leur guérison rapide et complète sous l'influence de la seule sérothérapie anticolibacillaire. On a obtenu des résultats très remarquables de guérison de psychoses variées par cette méthode.

M. Mascré.

NOUVELLES

Observatoires. — M. Dufay (Jean), astronome adjoint à l'Observatoire de Lyon, est nommé Directeur du dit Observatoire, en remplacement de M. Mascart, en congé de longue durée.

Monument Charles Moureu. — Le 11 octobre sera inauguré, à Paris, un monument élevé à la mémoire de Charles Moureu qui fut Professeur au Collège de France et Membre de l'Académie des Sciences. Il restera comme l'un des plus grands chimistes de notre époque.

Nous rappelons que Charles Moureu avait dirigé la *Revue Scientifique* pendant vingt années.

Vie scientifique et universitaire

Enseignement supérieur. — M. Fallot, Professeur de Géologie et de Minéralogie à la Faculté des Sciences de Nancy, est nommé jusqu'au 31 décembre 1936, membre du Comité consultatif de l'enseignement supérieur public (commission des sciences) en remplacement de M. Bigot, Professeur à la Faculté des Sciences de Caen, admis à la retraite.

Ecole de Médecine et de Pharmacie de Nantes. — Trois concours s'ouvriront aux dates et pour les emplois suivants à remplir à l'Ecole de Nantes :

1°) le 21 février 1934, au siège de l'Ecole, à Nantes : emploi de Chef des Travaux de Physiologie.

2°) le 30 janvier 1934, à la Faculté de Médecine de Paris : emploi de Professeur suppléant de la chaire de Chimie.

3°) le 25 janvier 1934, à la Faculté de Médecine de Paris : emploi de Professeur suppléant de la chaire de Pathologie et Clinique médicale.

Pour tous ces concours, les registres d'inscriptions seront clos un mois avant l'ouverture du concours.

Ecole de Médecine et de Pharmacie de Clermont-Ferrand. — Un concours pour l'emploi de Professeur suppléant de Pathologie interne et générale à l'Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Clermont-Ferrand s'ouvrira le lundi 4 décembre 1933 devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse.

Un concours pour l'emploi de Professeur suppléant de Chimie biologique à l'Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de Clermont-Ferrand s'ouvrira le mercredi 6 décembre 1933 devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse.

Un concours pour l'emploi de Professeur suppléant de Clinique obstétricale à l'Ecole de plein exercice de Médecine et de Pharmacie de l'Ecole de Clermont-Ferrand s'ouvrira le vendredi 8 décembre 1933 devant la Faculté mixte de Médecine et de Pharmacie de Toulouse.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Théorie mathématique de l'assurance-invalidité et de l'assurance-nuptialité, par Henri Galbrun (T. III, fasc. IV du Traité de Calcul des Probabilités de M. Emile Borel). In-8° de 160 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Après avoir posé les définitions générales et reconnu les probabilités entrant en ligne de compte (Ch. I), l'auteur établit entre elles les relations fondamentales (Ch. II), puis il procède à leur détermination statistique (Ch. III), en ce qui concerne l'assurance d'invalidité. Il montre (Ch. IV) le parti qu'on peut tirer des tables de mortalité. Le chapitre V traite des taux annuels de nuptialité et le chapitre VI s'occupe plus spécialement de préciser le calcul des valeurs de certaines probabilités fondamentales.

G. Bouligand.

Essai sur le développement de la théorie des fonctions de variables complexes, par Gaston Julia, Professeur à la Sorbonne. In-8° de 53 pages. Gauthier-Villars, Paris, 1933. — Prix : 12 francs.

Cet opuscule est la reproduction de la conférence faite par son auteur le 6 septembre 1932 au Congrès international des Mathématiciens, à Zurich, et insérée aux Comptes Rendus de ce Congrès. Il donne des informa-

tions très précieuses sur la manière dont se sont édifiés les nombreux chapitres d'une théorie dont l'importance générale s'affirme chaque jour plus considérable. Il rendra d'éminents services, aussi bien aux maîtres qu'aux élèves.

G. BOULIGAND.

L'atome de Bohr, par Léon BRILLOUIN, professeur à la Sorbonne, In-8°. de 363 pages. Les Presses Universitaires de France, éditeurs, Paris. Prix : 100 francs.

La physique des quanta, même limitée à son application aux théories de l'atome, évolue avec une rapidité telle qu'il est souvent bien difficile de suivre cette évolution. Là, plus que partout ailleurs, il est nécessaire que des exposés d'ensemble fassent le point de temps à autre pour permettre aux non spécialistes de se rendre compte des progrès accomplis. Nul n'était mieux qualifié que M. Léon Brillouin pour nous présenter un tableau des conceptions actuelles concernant les modèles atomiques. Il l'a fait aussi sobrement que possible, mais sans rien négliger de ce qui était nécessaire à l'intelligence des théories, et son étude très claire et parfaitement ordonnée mérite de retenir toute l'attention des physiciens et des physicochimistes.

L'ouvrage, qui est une seconde édition d'ailleurs fortement complétée et remaniée de *La théorie des quanta* du même auteur, débute par des généralités de mécanique analytique nécessaires à la compréhension des théories quantiques, et ces généralités constituent un exposé tout à fait remarquable de questions souvent à peine effleurées dans les traités. Le résumé de formules générales concernant l'électromagnétisme et la relativité ne sera pas moins bien apprécié des lecteurs. Abordant ensuite le sujet qui fait le fond même de l'ouvrage, l'auteur rappelle les résultats maintenant classiques sur la structure des atomes et l'origine du spectre, en insistant sur les théories relatives aux spectres de multiplets. Il développe les théories si fécondes qui se rapportent à l'électron tournant avec application à l'hydrogène et le principe d'exclusion de Pauli. L'ouvrage se termine par deux chapitres consacrés, l'un aux spectres compliqués et aux problèmes de couplage, et l'autre à l'intensité des raies spectrales.

A. Bc.

Etude de téléphonie et télégraphie. La recherche des qualités acoustiques en téléphonie. Le problème de la télégraphie rapide, par E. REYNAUD-BONIN, Ingénieur en Chef des Postes et Télégraphes. In-8° de 170 pages, 110 figures. Les Presses Universitaires de France, Paris. Prix : 45 francs.

L'ouvrage de M. Reynaud-Bonin est la reproduction de conférences faites par l'auteur au cours de ces dernières années à la section de Radiotélégraphie de l'Ecole Supérieure d'Electricité de Paris. Les problèmes posés par la transmission des courants télégraphiques et téléphoniques sont, en effet, très complexes, et le travail de M. Reynaud-Bonin, qui met parfaitement au point les diverses particularités, sera lu avec intérêt non seulement par les professionnels, mais par tous ceux qui s'intéressent à la physique. On y trouvera quelques indications générales sur la nature des courants téléphoniques, la propagation de ces courants, leur affaiblissement et leur distorsion, l'amélioration de la propagation par l'emploi d'une bobine d'induction additionnelle, la constitution du réseau téléphonique, les amplificateurs téléphoniques, les câbles téléphoniques souterrains, etc...

A. Bc.

Traité d'analyse par les rayons ultra-violets filtrés, par MM. M. GUYOT et G. BERNHEIM. In-8° de 363 pages. Maloine, éditeur, Paris.

C'est Lehmann qui, en 1910, songea le premier à utiliser les phénomènes de fluorescence pour l'analyse chimique. La méthode est devenue pratique du jour où Wood a mis au point un écran permettant de filtrer ces rayons en éliminant toute la partie directement visible du spectre. Aussi, à partir de 1924, de nombreuses recherches ont été entreprises dans la voie inaugurée par Lehmann et elles ont déjà permis d'intéressantes applications. MM. Bernheim et Guyot, à qui l'on doit dans ce domaine d'importantes recherches personnelles, publient une étude d'ensemble extrêmement documentée, qu'ils appellent modestement cahier de laboratoire, et qui sera de la plus grande utilité pour tous ceux qui poursuivent ou désirent entreprendre des recherches sur l'emploi des rayons ultra-violets dans l'analyse. On y trouvera : 1° L'étude des différents appareils utilisés ; 2° Les différentes méthodes d'examen et de recherche des phénomènes de fluorescence : analyse qualitative, analyse quantitative, spectrographie, micrographie ; 3° Un index alphabétique des corps étudiés donnant les résultats obtenus par les différents auteurs ; 4° la bibliographie très complète des travaux relatifs à la fluorescence, la phosphorescence, la spectrographie, la micrographie.

A. Bc.

Microénergétique, par PIERRE BRICOUT, Répétiteur à l'Ecole Polytechnique, avec une préface de M. CH. FABRY. Tome I (Introduction). In-8° de 300 pages avec figures et Tome II (Les théories et les faits). In-8° de 43 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 100 francs.

T. I. — Le public scientifique n'a pas oublié l'excellent petit volume publié en 1929, sous le titre : *Ondes et Electrons* dans la collection Armand Colin. Aussi accueillera-t-on de toutes parts avec satisfaction le nouvel ouvrage didactique écrit par M. Pierre Bricout, qui prend le lecteur au stade où il se trouve à la suite de l'enseignement classique de la licence pour l'amener aux limites de la Physique actuelle, sans le contraindre à la lecture des mémoires originaux.

Comme le remarque M. Ch. Fabry, une telle entreprise présentait de grandes difficultés. Outre qu'elle exige une connaissance approfondie du sujet, elle nécessite, par ailleurs, beaucoup d'esprit critique, « pour choisir ce qui est vraiment important, ce qui mérite d'être enseigné dans le vaste ensemble qu'il s'agissait de traiter. » Mais M. P. Bricout a triomphé de ces obstacles.

Le tome I contient les deux premières parties de l'ouvrage, à savoir, d'une part, une introduction mathématique, rappelant les notions utiles au physicien (matrices, tenseurs, séries de fonctions, calcul des variations, équations canoniques, équations différentielles du second ordre, statistiques quantiques) ; d'autre part, un résumé des lois physiques fondamentales (loi d'inertie servant de la base à la Mécanique, propriétés du rayonnement, actions des champs électrique et magnétique sur les particules chargées, discontinuités dans les échanges d'énergie entre la matière et le rayonnement).

Un autre volume, en deux parties également, d'une part traitera des principes et méthodes de la Microénergétique, d'autre part, fera une étude comparée des théories et des faits.

T. II. — C'est chose particulièrement heureuse que l'apparition de la seconde partie de ce beau livre ait pu suivre

d'aussi près celle de la première. Le vaste sujet dont il traite n'avait pas encore été présenté, en langue française, d'une manière synthétique, et l'initiative de M. Pierre Bricout est digne des plus grandes sympathies.

Le présent volume contient, comme nous l'annoncions, d'une part l'exposé des principes et méthodes de la microénergétique, d'autre part une partie critique confrontant les théories et les faits.

L'exposé des méthodes englobe les trois formes que peut prendre la Microénergétique, lesquelles procèdent respectivement de la Mécanique classique (aux conditions quantiques imposées a priori) de la Mécanique ondulatoire (avec conditions quantiques assurant des intégrales uniformes à certains problèmes aux limites, relatifs à une équation de propagation ondulatoire) ou enfin de la Mécanique quantique, fondée sur la représentation matricielle des résultats directs d'observation. Les liens étroits entre la Mécanique ondulatoire et la Mécanique quantique ont été mis en évidence, de manière à justifier la possibilité de se rattacher indifféremment à l'une ou à l'autre, dans la conduite des calculs.

Nous passons ensuite au rapprochement des faits essentiels avec les constructions précédentes. A peine née, la Mécanique ondulatoire a reçu une brillante confirmation par la découverte de la diffraction des électrons. Cette dernière fait donc l'objet d'une étude détaillée, soulignant la valeur physique des concordances observées. L'auteur examine ensuite les éléments les plus simples dont la théorie a été complètement construite. Ce sont d'abord l'électron et l'atome d'hydrogène : ils fournissent un excellent criterium des théories, auquel s'ajoutent les vérifications provenant des effets Zeemann et Stark. Ayant étudié ensuite la molécule, domaine où les nouvelles théories ont remporté des succès dicisifs, l'auteur indique les tentatives faites pour expliquer la radio activité.

Enfin, pour préparer la généralisation à des systèmes atomiques plus complexes, il s'occupe des phénomènes atomiques élémentaires communs à divers éléments.

Dans ce champ, de grosses difficultés mathématiques se présentent : il reste à trouver un instrument bien approprié à la solution des problèmes compliqués que la Physique soupçonne sans pouvoir encore les formuler nettement. Mais cet aveu même d'inachèvement d'une œuvre cependant grandiose, loin de diminuer l'intérêt du livre, sera bien au contraire, pour ses lecteurs, un précieux stimulant.

G. Bouligand.

Die naturlichen Pflanzenfamilien, de A. Engler et K. Prantl. *Deuxième édition*, continuée par H. Harms. Tome XIX a (Pandales et Geraniales). In-8° de 470 pages avec 220 figures. — Wilhelm Engelmann, éditeur, Leipzig. — Prix : broché 60 RM, relié 66 RM.

L'heure n'est pas favorable à la publication d'ouvrages comme celui-ci et c'est dommage, car ses nombreux volumes paraissent plus lentement ce qui nuit à l'homogénéité de l'ensemble. C'est regrettable aussi pour les botanistes auxquels cette admirable publication rend tant de services. Ils seront certainement heureux d'apprendre l'apparition du présent volume consacré à onze familles, dont certaines fort intéressantes, qui sont les Pandacées, les Géraniacées, les Oxalidacées, les Tropéolacées, les Limacées, les Erythroxylaxées, les Zygophyllacées, les Cnéoracées, les Rutacées, les Simarubacées et les Burseracées.

A. B.

Die naturlichen Pflanzenfamilien, de A. Engler et K. Prantl. *Deuxième édition*, continuée par H. Harms. Tome XIX c (Geraniales). In-8° de 251 pages avec 126 figures. — Wilhelm Engelmann, éditeur, Leipzig. — Prix : broché 32 RM, relié 38 RM.

Ce nouveau volume constitue la troisième et dernière partie du Tome XIX consacré aux Géraniales. Cinq familles y sont traitées : les Dichapétalacées, les Tricoccées, les Daphniphyllacées, les Callitrichacées et aussi les Euphorbiacées, cette dernière si intéressante à tant de point de vue.

Il faut espérer que, malgré les circonstances, les volumes réservés aux Phycomycètes, aux Ascomycètes, à la fin des Basidiomycètes, aux Hépatiques, aux Ptéridophytes et aux Schizophytes, annoncés pour 1932-1933, ne tarderont pas à paraître; cela rendrait grand service à de nombreux cryptogamistes.

A. B.

Le genre Inocybe, précédé d'une introduction générale à l'étude des Agarics Ochrosporés, par Roger Heim, Sous-Directeur du Laboratoire de Cryptogamie au Muséum National d'Histoire Naturelle. In-8° jésus de 430 pages avec 880 figures et 35 planches coloriées. (*Encyclopédie mycologique*, Tome I). Paul Lechevalier et Fils, Paris. — Prix : 225 francs.

Cette remarquable monographie, qui reflète admirablement les tendances actuelles de la mycologie mérite d'être lue non seulement par les mycologues, mais aussi par tous les jeunes botanistes désireux d'aborder l'étude approfondie des champignons supérieurs. C'est qu'elle est en effet rédigée dans l'esprit le plus moderne, qu'elle est remplie de vues personnelles et que, dans l'état présent de nos connaissances, elle pourra servir de modèle à quiconque essaiera d'éclaircir les points encore imprécis de la systématique des Agaricacés.

L'auteur — et on ne saurait trop l'en féliciter — a traité son sujet aussi bien en biologiste qu'en systématicien, n'hésitant pas à consacrer plus de cent vingt-cinq pages à des généralités d'ordre anatomique, histologique, physiologique, toxicologique, écologique et phylogénique. Dans cette sorte d'introduction, il apporte un grand nombre de faits nouveaux, premiers résultats de recherches qu'il poursuit depuis de longues années sur les Agarics ochrosporés. En ce qui concerne les caractères physiologiques, M. Heim a exposé en un important chapitre la curieuse question, étudiée d'une manière toute nouvelle, de l'odeur des Agarics.

Quant à la partie systématique, elle intéressera d'autant plus les mycologues que l'auteur a complètement remanié la classification du genre Inocybe. Certes, il ne décrit pas toutes les espèces de ce genre et il se limite à celles de l'Europe occidentale, septentrionale et centrale, avec quelques espèces nord-américaines retrouvées par lui en Europe ; mais cela représente déjà un travail considérable, qu'on apprécie encore mieux quand on songe à toutes les difficultés que présentait la détermination des champignons appartenant à ce genre. Toutes les descriptions données par l'auteur sont entièrement originales ainsi que les dessins microscopiques et la plupart des planches en couleurs ; ces descriptions portent notamment sur dix espèces et neuf variétés nouvelles. Elles sont complétées par de nombreux renseignements bibliographiques, une liste générale de tous les *Inocybe* connus à ce jour et surtout par deux clefs pour les déterminations basées l'une, principalement sur la forme des

spores, l'autre à la fois sur des caractères physionomiques, macrochimiques, anatomiques et olfactifs.

On voit donc qu'il s'agit d'un ouvrage de haute valeur scientifique qui rendra de grands services à tous ses lecteurs, d'autant mieux que son illustration est particulièrement abondante et soignée, ainsi qu'il est de règle d'ailleurs pour tous ouvrages de mycologie du même éditeur.

A. BERTHELOT.

Les plantes médicinales et aromatiques des Alpes françaises, par le Dr Jules OFFNER et Joseph PONS, Préface du Dr PERROT. In-16 de 182 pages avec 124 figures. Jean, Imprimeur, Gap.

Après la guerre, on a compris qu'il serait intéressant d'exploiter le riche patrimoine, que constitue pour la France, la flore sauvage de ses climats si variés. Un comité des Plantes médicinales et à essences a été créé, dont le président, professeur Em. Perrot, grâce à son activité personnelle, a su faire un organe actif de propagande en faveur de l'exploitation de la flore française.

Un comité des Alpes s'occupe des plantes si nombreuses de la flore alpine. Ce comité est présidé par M. le Docteur Jules Offner, qui vient de publier, en collaboration avec M. Joseph Pons, président du sous-comité des Hautes-Alpes, un excellent manuel de poche sur « Les plantes médicinales et aromatiques des Alpes françaises ».

Plus de 350 plantes médicinales peuvent être recueillies et sont décrites dans cet ouvrage illustré des excellents dessins de la flore de l'abbé Coste.

Il semble utile d'attirer l'attention sur les plantes médicinales dont notre sol est riche et dont malgré cela, nous faisions venir, avant la guerre, la plus grande partie, d'Allemagne et de divers autres pays.

Le ramassage de ces plantes peut être mieux organisé ; il doit l'être à mesure que l'instruction se répandra dans les campagnes, spécialement dans les montagnes où la flore peut donner un si grand appoint à l'herboristerie.

C'est en effet jusqu'à plus de 3.000 mètres que l'on peut récolter les plantes médicinales. Les fameux Génépis notamment croissent vers cette altitude. Leur récolte constitue un excellent exercice de sport alpin ; ils appartiennent à plusieurs espèces : Artemisia Glacialis, A. Mutellina, A. Spicata, A. Eriantha ; leurs fleurs sont blanches, jaunes ou verdâtres. Les Génépis sont rares et se vendent 15 à 20 fr. le kilo. Le Docteur Offner pense que les montagnards pourraient avantageusement les cultiver.

L. R.

Introduction à la carrière de la médecine experimentale, par le Dr Charles NICOLLE, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France (Leçons du Collège de France, première année). In-8° de 102 pages. F. Alcan, éditeur. Paris 1932.

On regrette, à lire ces pages, de n'avoir pas pu entendre l'auteur quand il les disait ; mais au moins peut-on, par compensation, mieux en méditer, peut-être, la saveur et la profonde vérité. Deux leçons sur quatre traitent plus particulièrement des données médicales : l'une expose l'infinie complexité d'action des agents pathogènes qui méritent bien le qualificatif que leur a donné Maurice Nicolle de « mosaïque d'antigènes » ; l'autre aborde le chapitre fécond des infections inapparentes, ces infections qui, malgré une évolution biologique normale, ne se traduisent par aucun symptôme apparent et dont la connaissance est une précieuse conquête des recherches de l'auteur : mise en évidence pour le typhus, cette notion de « sous-pathologie » peut s'étendre à la masse des infections de tous ordres et faire mieux comprendre certains faits épidimiologiques.

Dans les deux autres leçons, dont la leçon inaugurale, l'auteur expose en termes élevés, riches d'une pensée généreuse, et le rôle du savant dans la société moderne et la psychologie de la recherche et de l'invention : les réflexions justes, les sages conseils, les notations exactes parfois relevées d'un humour léger abondent dans ces pages dont la lecture ne peut être que profitable non seulement à ceux qui se destinent à la vie de recherche médicale, mais encore à tous ceux qu'intéressent les œuvres d'intelligence et de pensée.

Dr DIDIÉE.

Lutte contre les intoxications dans la fabrication des poudres et explosifs, par le Dr COURTOIS-PUFFIT, médecin en chef des Manufactures de l'Etat, inspecteur médical des Poudreries nationales et ZEDET, ancien élève de l'Ecole Polytechnique, ingénieur en chef des Poudres. Préface du docteur ROUX, membre de l'Institut, Directeur de l'Institut Pasteur. In-8° de 327 pages, avec 41 figures. J.-B. Baillière et Fils, éditeurs. — Prix : 50 fr.

La solution des problèmes d'hygiène industrielle requiert évidemment le concours de l'ingénieur et celui du médecin. Aussi nulle collaboration ne pouvait amener de plus heureux résultats que celle du docteur Courtois-Suffit et de l'ingénieur en chef Zedet, dont il est bien inutile de souligner la compétence en matière de poudres et explosifs.

Leur ouvrage se divise en quatre parties, la première étant plutôt une introduction générale. Les auteurs y font ressortir comment le monople des poudres a créé une situation éminement favorable au progrès de l'hygiène industrielle. Ils remarquent, notamment que l'administration, sans être indifférente aux questions de prix de revient à moins hésité, que ne l'eussent peut-être fait des entreprises privées, à prendre des mesures se traduisant par des dépenses supplémentaires. Le deuxième chapitre indique d'une façon très claire, le plan de ce livre. Enfin, le dernier chapitre de la première partie, est occupé tout entier par un tableau synoptique très complet de toutes les matières premières et accessoires employées dans le service des poudres, avec l'indication des opérations qu'on leur fait subir et celle des produits toxiques qui peuvent alors se former.

La deuxième partie est consacrée à l'étude toxicologique de toutes ces substances. Elle débute par celle des poussières. Quelques-unes, comme il arrive surtout dans la fabrication des poudres noires, sans être à proprement parler toxiques, n'en sont pas moins dangereuses à respirer ; celles qui sont toxiques ou corrosives sont ensuite passées en revue. Le chapitre II traite des vapeurs qui sont divisées en vapeurs simplement toxiques (alcool, éther, acétone, aniline) et en vapeurs à la fois toxiques et corrosives : telles les redoutables vapeurs nitreuses. Ces dernières, qui semblent bien avoir causé le plus d'accidents, sont étudiées à fond. Quelques cas d'intoxication particulièrement caractéristiques sont examinés en détail et donnent lieu à des remarques extrêmement intéressantes. Ce chapitre se clôt enfin par l'étude du chlore, de l'acide chlorhydrique et du phosgène.

La troisième partie est consacrée aux appareillages. Du point de vue hygiénique, le problème consiste à réduire ou à supprimer les poussières, les fuites de vapeurs ou de

liquides nocifs. Les auteurs font remarquer avec raison que toutes les précautions prises dans cet ordre d'idées se traduisent pour une augmentation de rendement. A défaut de toute autre, d'un ordre plus élevé, cette considération devrait suffire à intéresser l'industriel.

Les conditions dans lesquelles les produits dangereux peuvent être amenés au contact du corps humain variant d'une fabrication à l'autre, chacune d'elles est étudiée à part et fait l'objet d'un chapitre spécial. Voici la liste de ces chapitres : Poudres noires, coton poudre, poudre B, poudres à la nitroglycérine, explosifs nitrés, fabrication de la mélinite, dinitrotoluène, tolite, nitronaphtaline, explosifs chloratés, exploisifs nitratés, mélanges fondus, dinitrophénol; fabrication de la nitroglycérine. La diphénylamine, centralite, tétryl, acide nitrique au nitrate, acide de synthèse, régénération des acides résiduaires, concentration sulfurique.

Tous ces chapitres contiennent de nombreuses figures qui permettent, même aux non spécialistes, de suivre facilement les fabrications. Ne perdant jamais de vue le but qu'ils se proposent, les auteurs ont eu l'heureuse idée de faire figurer dans leurs schémas des silhouettes, aux postes où il doit y avoir des ouvriers en permanence.

Mais les meilleurs appareils ont leurs défectuosités et les précautions les plus minutieuses n'empêchent pas les accidents de survenir de temps à autre. C'est pourquoi il importe que les ouvriers soient soumis à une surveillance médicale constante, qu'on les munisse d'appareils de protection individuels (masques, gants, lunettes, etc...) et qu'ils puissent lutter contre l'intoxication chronique par le moyen d'un régime alimentaire spécial. Tel est le but des prescriptions hygiéniques qui font l'objet de la quatrième partie.

Le volume se termine par une conclusion où l'on montre comment cet ensemble de mesures hygiéniques a fait d'un industrie où les risques semblaient particulièrement graves, une de celles où les accidents sont les plus rares. Il y a là un exemple à méditer.

Dans sa préface, le docteur Roux déclare ce livre « aussi utile aux médecins et aux ingénieurs, que bienfaisant aux ouvriers ». La lecture n'en saurait donc être trop vivement recommandée.

D. de G.

Les problèmes de la biochimie moderne, par G. Florence, Professeur et J. Enselme, Chef des Travaux à la Faculté de Médecine de Lyon. In-8° de 312 pages avec figures dans le texte. Gaston Doin et Cie, Paris. — Prix : 45 francs.

La chimie biologique a fait, depuis trente ans, des progrès considérables ; ceux-ci se sont d'ailleurs multipliés plus rapidement depuis qu'elle a davantage fait appel aux théories et aux techniques perfectionnées de la chimie organique, de la physique, de la chimie physique et de la microbiologie modernes. Elle est, dans nombre de ses branches, en pleine évolution et il est probable que nous n'aurons pas trop longtemps à attendre d'autres conquêtes fort importantes. Mais la rapidité même avec laquelle la biochimie progresse est cause que les chimistes, physico-chimistes et biologistes qui s'intéressent aux problèmes de chimie biologique éprouvent quelque difficulté à se mettre au courant des acquisitions récentes et des tendances actuelles puisqu'ils ne peuvent se documenter que dans les travaux originaux ou dans de trop rares conférences de vulgarisation. La publication d'un livre de mise au point s'imposait donc et il faut savoir gré à MM. Florence et Enselme d'avoir entrepris cette tâche difficile et désintéressée.

Le tableau d'ensemble qu'ils viennent de tracer sera certainement accueilli avec faveur à la fois par les maîtres et les étudiants, par les biochimistes et les représentants de toutes les sciences sur lesquelles s'appuie la chimie biologique. Leur ouvrage porte sur un certain nombre des grands problèmes de la chimie biologique dont l'étude a fourni, depuis relativement peu de temps, des résultats importants ou simplement qui sont actuellement l'objet d'investigations fondées sur des bases théoriques et techniques nouvelles.

Je ne les énumérerai pas ici, mais ce que je tiens à souligner c'est que les auteurs ont pris soin d'encadrer les chapitres, consacrés à l'exposé d'ensemble de ces divers sujets, de quelques autres dans lesquels ils ont résumé l'état actuel des conceptions théoriques — ou des techniques reposant sur celles-ci — qui ont permis d'aborder l'examen des problèmes dont il y a vingt ans la solution apparaissait comme très lointaine. Il en résulte que leur livre pourra servir aux lecteurs entrés il y a longtemps déjà dans la carrière scientifique en même temps qu'aux jeunes qui cherchent leur voie.

C'était, du reste, une tâche très délicate que de rédiger un ouvrage de ce genre et peut-être aurait-il mieux valu qu'il eût été composé par un plus grand nombre d'auteurs. Les sujets abordés sont si nombreux et si divers qu'il en résulte fatalement que certains sont traités avec moins de développements ou moins clairement que d'autres, ou avec moins d'esprit critique, ou encore avec certaines lacunes dans la documentation. Mais ces petites imperfections de détail étaient presque inévitables et il est vraisemblable qu'elles disparaîtront dès la prochaine édition de cet utile volume. Tel qu'il est il mérite d'avoir — et il aura — de nombreux lecteurs qui seront reconnaissants aux auteurs d'avoir mis à leur portée l'essentiel de tant de travaux importants et d'avoir montré dans quel esprit devraient maintenant travailler tous les biochimistes.

A. B.

The foundations of differential geometry, par O. Veblen et J.-H.-C. Whitehead. In-8° de 9- pages avec figures (n° 29 de la Collection des Cambridge Tracts in Math. and Phys. Math.). Cambridge Univ. Press, 1932. — Prix : 6 sh. 6 d.

A la suite de l'activité récente sur les systèmes de géométrie, dominée par les découvertes de M. Elie Cartan, le besoin se faisait sentir d'un exposé d'ensemble, établissant les bases les plus générales de la géométrie différentielle et y rattachant le principaux systèmes connus. C'est à ce but que répond le présent livre, qui prolonge une publication antérieure très appréciée de l'un des éminents professeurs de Princeton sur les invariants des formes quadratiques différentielles (n° 24 de la même collection).

Le nouvel ouvrage est une contribution importante à l'axiomatique géométrique, dans laquelle groupes et pseudo-groupes ont une large part. La tendance à prendre en considération les systèmes de coordonnées auxquels l'espace étudié se peut rapporter et la répercussion de leur généralité plus ou moins grande sur la structure de cet espace rapproche d'une manière heureuse l'Analysis situs et la Géométrie infinitésimale. Et cela constitue, à mes yeux, la marque la plus originale de ce livre, que je crois appelé à une influence très heureuse sur l'enseignement *des géométries*.

G. Bouligand.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 20 — 71e ANNÉE — 28 OCTOBRE 1933

L'ÉCLAIRAGE PUBLIC A PARIS
DES ORIGINES A LA FIN DU XIXe SIÈCLE

par M. R. BOUTTEVILLE

Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées
Inspecteur général des Services techniques, de la Voie publique, de l'Eclairage et du Nettoiement de la Ville de Paris

Il ne semble pas que l'antiquité ait connu, pour l'éclairage des voies publiques, autre chose que les feux de joie et illuminations qui étaient de tradition à l'occasion de certaines fêtes. Il en était encore de même au cœur du Moyen-Age. Un fâcheux état d'insécurité régnait de ce fait dans les villes, dès la nuit tombée. Certaines rues étroites et tortueuses des arrondissements du centre — appelés d'ailleurs à disparaître ou à être élargies prochainement — nous permettent de nous faire une idée de ce qu'était alors Paris, avec les aggravations découlant de la présence d'immondices dont on n'effectuait que très irrégulièrement l'enlèvement, de l'absence d'égouts et de trottoirs et de l'état défectueux de la chaussée, coupée, en son centre, par un cassis, servant à l'écoulement des eaux usées. Passé le couvre-feu, qui sonnait à huit ou neuf heures, le passant attardé était exposé à être assailli et dévalisé par les « mauvais garçons » qui ne se souciaient guère des rondes du guet, d'ailleurs peu fréquentes et qui laissaient beaucoup de rues de côté.

Si l'action de la police était peu efficace, l'éclairage était inexistant ; les quelques lueurs qui brillaient dans la nuit étaient les flammes vacillantes que la piété des habitants entretenait devant les madones et images votives dont il subsiste encore, en divers points, des vestiges. L'audace des malandrins était devenue telle que le roi Philippe V le Long, par une ordonnance enregistrée au mois de janvier 1318 enjoignit au greffier du Châtelet de veiller « à ce qu'une chandelle fût entretenue pendant la nuit, auprès de la porte du palais de ce tribunal, afin de déjouer les entreprises des malfaiteurs ».

Ce luminaire — pauvre chandelle que protégeait une lanterne à carcasse de bois,(garnie de vessies de porc — marque les débuts de l'éclairage public à Paris. On s'en tint là pendant deux siècles si l'on excepte le fanal de la Tour de Nesles créé à la fin du XIVe siècle et qui indiquait aux mariniers l'entrée de Paris. On vit toutefois s'accroître le nombre des *ex-voto* que les criminels repentants élevaient au lieu même de leurs forfaits. Lorsqu'elles étaient éclairées pendant la nuit, ces images pieuses contribuaient à éviter le retour des attentats dont elles évoquaient le souvenir. En outre et à diverses reprises au cours des XVe et XVIe siècles, il fut prescrit aux Parisiens, à la suite de troubles, de mettre des « flambeaux ardents » aux fenêtres de

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

leurs maisons. Par trois fois, notamment, au cours des deux années 1525 et 1526, le Parlement enjoignit que « en chacune maison y eust lanternes et chandelles ardentes comme il fut fait l'an passé pour éviter aux dangers des mauvais garçons qui courent la nuict par cette ville ». Ces prescriptions se heurtèrent à la mauvaise volonté des Parisiens et il faut arriver à 1558 pour trouver l'ébauche d'une organisation rationnelle : « Plus, ordonnons la dite chambre que, au lieu des lanternes que l'on a ordonné aux dits habitants mettre aux fenêtres tant en cette dicte ville que fauxbourgs, s'y aura au coin de chaque rue ou aultres lieux, pour commode, un falot ardent (1) depuis dix heures du soir jusqu'à quatre heures du matin et où les dictes rues seront si longues que le

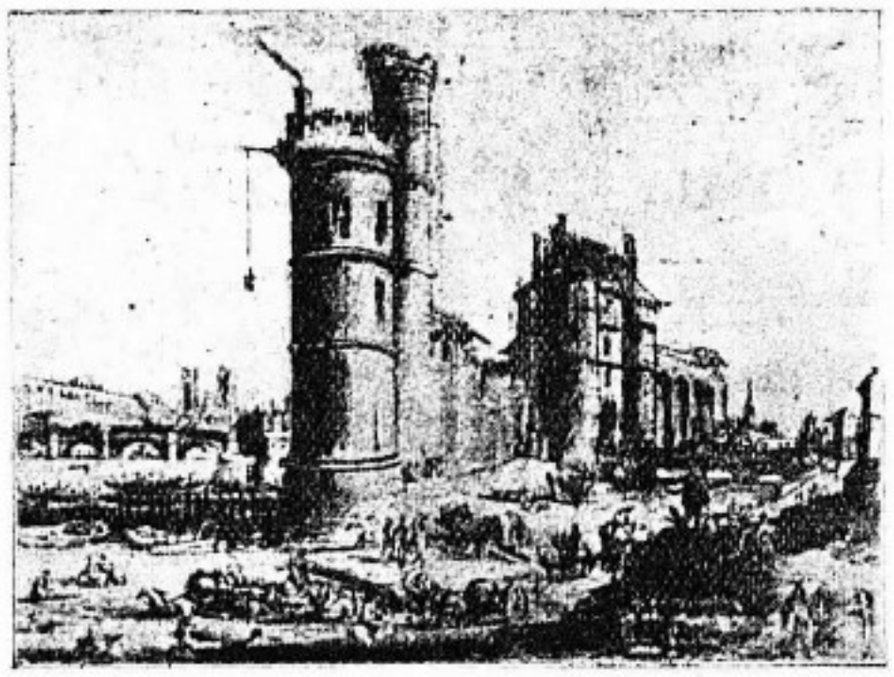


Fig. 1. — Le Fanal de la Tour de Nesle.

dict falot ne puisse éclairer d'un bout à l'autre en sera mis un au milieu desdictes rues et plus, suivant la grandeur d'icelles, le tout à telle distance qu'il sera requis et par l'avis des commissaires quarteniers dizainiers de chacun quartier, appelés avec eu deux notables de chaque rue pour adviser aux frais desdicts falots ».

C'est là que gisait la difficulté. Faute d'argent il fallut, en vue de dédommager la corporation des lanterniers que l'on ne pouvait payer, vendre les matériaux destinés à la fabrication des lanternes et « des potences pour icelles asseoir et pendre ». Aussi resta-t-il peu de chose de cette organisation en dépit d'ordonnances successives (1578-1594). Au début du XVII^e^ siècle il n'existait de lanternes, désormais à parois de verre, et dont les corporations assumaient à tour de rôle la charge d'entretien, que dans les rues les plus importantes. Toutefois, la circulation nocturne était devenue plus active, mais les malfaiteurs restaient nombreux et entreprenants, tandis que l'on reprochait aux archers du guet « qui devraient empêcher le désordre, au lieu d'y prendre garde », de s'assoupir et s'endormir sur la venaison ». Aussi, à défaut d'éclairage fixe les plus riches se faisaient-ils accompagner par des laquais portant

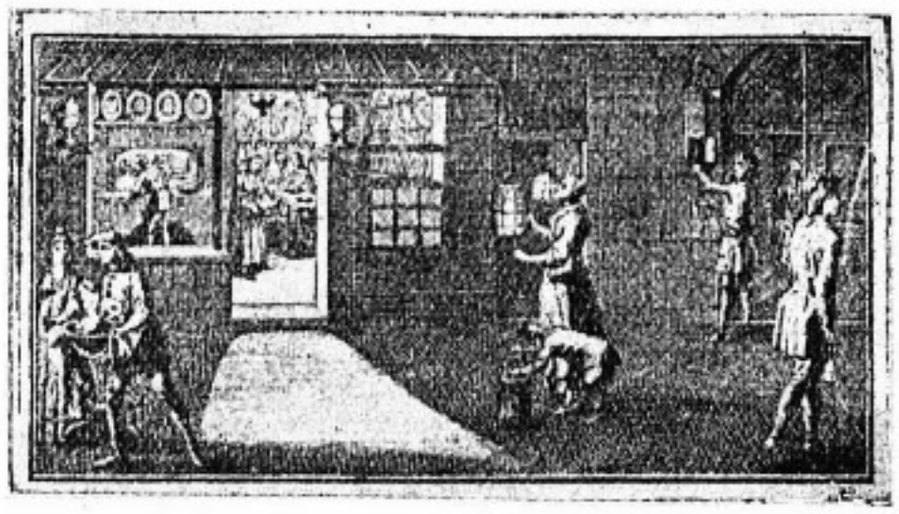


Fig 2. — L'allumage des lanternes dans les rues de Paris au XVII^e^ siècle, d'après la gravure de M. Courard le fils.

des torches. Les bourgeois s'en allaient tenant à la main une lanterne ou une chandelle entourée d'un cornet. Je ne parle pas des manants qui rasaient les murailles en trébuchant dans les fondrières.

Louis XIV se préoccupa, dès qu'il eût pris le pouvoir, de rendre plus sûre la circulation nocturne à Paris. Une première amélioration fut réalisée en 1662 sous la forme d'une concession

Fig. 3. — Médaille frappée par ordre de Louis XIV en 1669 (Cabinet des Médailles.)

accordée à un abbé napolitain du nom de Laudati Caraffa, laquelle avait pour objet « d'établir en la ville et faux bourgs de Paris... des porte-lanternes et porte-flambeaux pour conduire et éclairer ceux qui voudraient aller et venir par les rues... » Les porte-lanternes, pourvus d'un sablier marqué aux armes de la ville, de manière à éviter toute contestation, étaient payés au quart d'heure. Les porte-flambeaux

(1) Un nouvel arrêt prescrivit, quelques jours plus tard, de substituer aux falots, simples pots à feu remplis de résine, des « lanternes ardentes et allumantes » pourvues de chandelles.

étaient rémunérés d'après le poids de chandelle consommée. Il en coûtait cinq sols pour se faire accompagner sur huit cents pas.

La création, quelques années plus tard, de la

Fig. 4.
Lanternes éclairant la rue Quinquampoix en 1720.

charge de Lieutenant Général de la Police, dont le premier titulaire fut M. de la Reynie, conduisit à réaliser de nouveaux progrès. Aussi bien

Fig. 5. — Miss French Lady Opéra.
(Mlle *** du n° 252 allant à l'Opéra).
Caricature exécutée à Londres par ordre de Louis XVI.

le programme qui lui avait été fixé par Louis XIV, en l'installant dans ses hautes fonctions se résumait-il en ces trois mots : Netteté, clarté, sûreté. Une ordonnance de 1667 prescrivait d'établir des lanternes « dans les rues, places et aultres endroits de la ville où il n'y a eu jusques à présent des lanternes et d'aviser à en augmenter le nombre dans les lieux où il n'y en a pas suffisamment ». Il était précisé que les chandelles seraient de quatre à la livre et qu'elles brûleraient même pendant le clair de lune, du 1er novembre au 1er mars.

A la différence de celles qui l'avaient précédée, l'ordonnance de 1667 fût intégralement appliquée, sans que l'on eût à faire jouer les amendes sévères qui devaient frapper les récal-

Fig. 6. — L'allumeur de réverbères.
(D'après les « Contemporains », de Rétif de la Bretonne.)

citrants. Les Parisiens avaient senti leur maître. Au jour dit 2.736 lanternes se balançaient dans les 912 rues de Paris. Cette organisation, nouvelle en Europe souleva l'enthousiasme général et le Roi Soleil fit frapper des médailles à

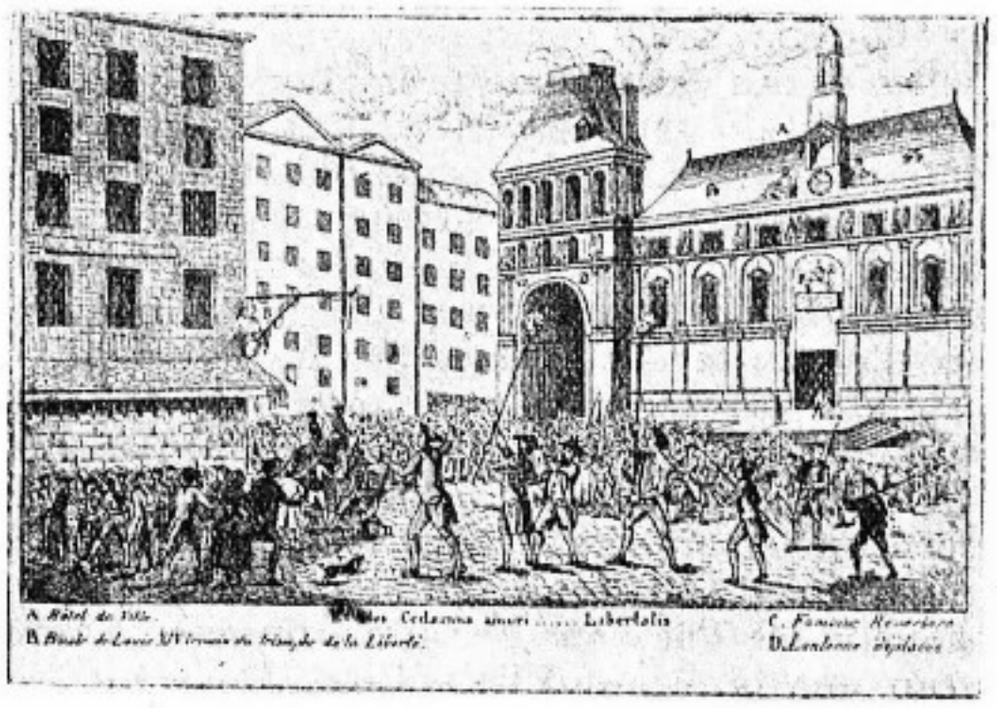


Fig. 7. — Le réverbère de la Place de Grève.
Et nos Cedamus amori.... Libertatis.
(D'après une gravure de l'époque révolutionnaire.)

son effigie pour commémorer un évènement qui « faisait briller son règne ».

M. de la Reynie tint la main à la régularité du service tout en se souciant de le perfectionner. Il porta la durée annuelle de fonctionne-

ment de quatre mois, à cinq mois et dix jours (du 20 octobre au 31 mars). En chacun des seize quartiers un préposé pourvu d'une cloche alertait les riverains chargés d'abaisser les lanternes et de mettre en place les chandelles. Cette opération avait lieu entre cinq heures et six

Fig. 8.
Lanterne à réverbère, contenant une lampe à 4 mèches.

heures et demie du soir et les chandelles brûlaient jusque vers une heure du matin. La crainte d'amendes sévères stimulait le zèle de chacun et l'on s'accordait d'ailleurs, peu à peu, à reconnaître l'utilité de la nouvelle institution. A telle enseigne que l'on commençait déjà à se plaindre de la mauvaise qualité des chandelles et des extinctions prématurées.

A la fin du XVII^e^ siècle il y avait, à Paris, plus de 5.000 lanternes (de forme oblongue, constituées par de petits carreaux assemblés au plomb) dont l'entretien annuel coûtait 300.000 francs. Louis XIV, à court d'argent, inaugura en 1697 de se faire verser par les Parisiens, le capital correspondant au montant de cette annuité, soit 5.400.000 francs au denier dix-huit. Moyennant quoi il s'engageait à éclairer perpétuellement Paris aux frais du Roi. Cet engagement fut tenu jusqu'en 1743, date à laquelle les Parisiens se virent imposer à nouveau une taxe, annuelle celle-ci. Pour justifier ce nouveau prélèvement, le Roi invoqua « les augmentations considérables survenues sur le prix des denrées, main-d'œuvre et entretien et agrandissements tant de la ville, que des faux bourgs ».

Quoi qu'il en soit, l'éclairage des rues avait pris, pour le conserver définitivement, le caractère d'un service public. On avait nommé des lanterniers et des sous-lanterniers, chargés d'allumer les lanternes et de couper, d'heure en heure, les mèches charbonneuses des chandelles. Leurs absorbantes fonctions donnaient lieu à des plaintes, à des quolibets et même à des chansons.

Abaissez la lanterne,
Monsieur le Lanternier
Celui qui la gouverne
Il a grand mal au pied
Et celui qui l'allume
Il a gagné un rhume
A force de crier
Abaissez la lanterne
Monsieur le Lanternier.

C'est en 1744 que l'on vit apparaître une invention qui devait entraîner la transformation complète de l'éclairage public, quelque vingt-cinq ans plus tard. La lanterne à réverbère, présentée à l'Académie des Sciences, en 1744, par l'Abbé Matherot de Périgny et par Bourgeois de Châteaublanc, comportait une lampe à huile et un réflecteur en métal argenté : le réverbère. A la suite d'une permission spéciale de fabrication accordée à ses inventeurs

Fig. 9.
Lanterne à réverbère de l'Esplanade des Invalides.

pour vingt ans par lettres patentes du Roi, enregistrées par le Parlement le 23 décembre 1745, on en mit quelques-unes en service, à titre d'essai, dans la rue de la Comédie-Française (aujourd'hui de l'Ancienne Comédie), la rue Dauphine et le Pont-Neuf.

Ce nouvel éclairage fit sensation, à en juger par le ton d'un poème dithyrambique, composé par M. de Vilain d'Orville, en 1747.

Le règne de la nuit désormais va finir ;
Des mortels, renommés pour leur sage industrie,
De leur climat sont prêts à le bannir.
Voici les effets de leur génie !
Pour placer la lumière en ce corps transparent,
Avec un verre épais une lampe est formée :
Dans son centre une mèche, avec art enfermée,
Frappe un réverbère éclatant,
Qui, d'abord la réfléchissant,
Porte contre la nuit sa splendeur enflammée.
Globes brillants, astres nouveaux,
Que tout Paris admire au milieu des ténèbres,
Dissipez leurs horreurs funèbres
Par la clarté de leurs flambeaux.

Le champ d'application de la lanterne a réverbère ne s'étendit pas immédiatement. Les producteurs de suif auxquels l'éclairage des rues de Paris rapportait quelque 100.000 livres par an, ne pouvaient voir la nouvelle invention d'un très bon œil. Par une heureuse fortune il fut reconnu que les réverbères pouvaient fonctionner convenablement en brûlant une huile de tripes que la corporation des chandeliers fabriquait dans l'île des Cygnes — encore ainsi dénommée de nos jours — à l'aide des abattis de bœuf et de mouton. Le nouveau luminaire cessait désormais de léser des droits acquis.

Sur ce, un concours fut institué en 1759, par M. de Sartine, Maître des Requêtes, nouvellement appelé aux fonctions de Lieutenant Général de la Police et qui, à peine âgé de trente ans, avait encore le feu sacré. Le programme du concours, doté par M. de Sartine d'un prix de 1.000 livres, porté ensuite à 2.000 livres et qui devait être jugé par l'Académie des Sciences était le suivant : « La meilleure manière d'éclairer Paris pendant la nuit en conciliant ensemble la clarté, l'économie et la facilité du service ».

Parmi les concurrents figura Lavoisier qui présenta un mémoire intéressant mais trop théorique. Le prix de 2.000 livres fut réparti entre trois concurrents — dont Bourgeois de Châteaublanc — qui tous, proposèrent des appareils pourvus de lampes à huile et de réverbères. Le résultat du concours étant indécis, on procéda, en régie, à des essais comparatifs. Tout se termina par l'octroi, à la date du 30 juin 1769, sur décision du Conseil du Roi, d'une concession comportant le monopole de « l'illumination » des rues de Paris pour une durée de vingt années.

Les concessionnaires associés étaient au nombre de trois : Bourgeois de Châteaublanc, l'un des inventeurs des réverbères, Pierre Tourtille Segrain, bourgeois du Temple qui jouait le rôle de bailleur de fonds et qui prit la direction effective de l'affaire et, enfin, Pierre Joseph Levalar, Conseiller du Roi, Commissaire Général de la Voirie de la Ville et des Faubourgs, lequel s'éclipsa presque immédiatement.

Moyennant le paiement annuel d'une somme forfaitaire de 350.000 livres, les concessionnaires se chargèrent de substituer aux vieilles lanternes « à seau » des lanternes hexagonales, d'aspect plaisant, dont les verres étaient de Bohême, de la manufacture de Saint-Chiron. Les lanternes étaient à un, deux, trois ou quatre becs selon qu'il s'agissait d'éclairer un cul de sac, une rue ordinaire, un carrefour à trois ou quatre branches. Une plaque horizontale en cuivre argenté rabattait la lumière vers le sol. En outre, il y avait derrière chaque bec un réverbère de forme concave renvoyant la lumière dans la direction à éclairer.

Fig. 10. — Lanterne pour bec intensif.

La puissance des réverbères permit de leur donner un espacement assez notable (30 toises, soit environ 50 mètres). On avait songé à les placer le long des maisons, comme à Londres, où il y avait déjà des trottoirs. Cette disposition ne convint guère à Paris et on continua

à les suspendre au milieu des rues à l'aide de fils transversaux, et dans les espaces découverts à des potences ou consoles en fer. La hauteur des foyers — 16 pieds — était suffisante pour laisser passer les véhicules les plus encombrants. Il fallait cependant arrêter les voitures lorsqu'on descendait les lanternes pour les nettoyer, les garnir d'huile ou les allumer. Chacun des « gagne-denier » qui assurait ce service, se voyait confier vingt lanternes.

L'horaire fut amélioré et l'on cessa d'interrompre l'éclairage public pendant les mois d'été, sauf à provoquer l'extinction au moment du lever de la lune (en réduisant la quantité d'huile correspondante, gageant certaines pensions royales, dites pensions de clair de lune.)

L'adoption des réverbères valut à M. de Sartine, un concert d'éloges on ne peut plus mérité. Aussi bien celui-ci était-il fort satisfait

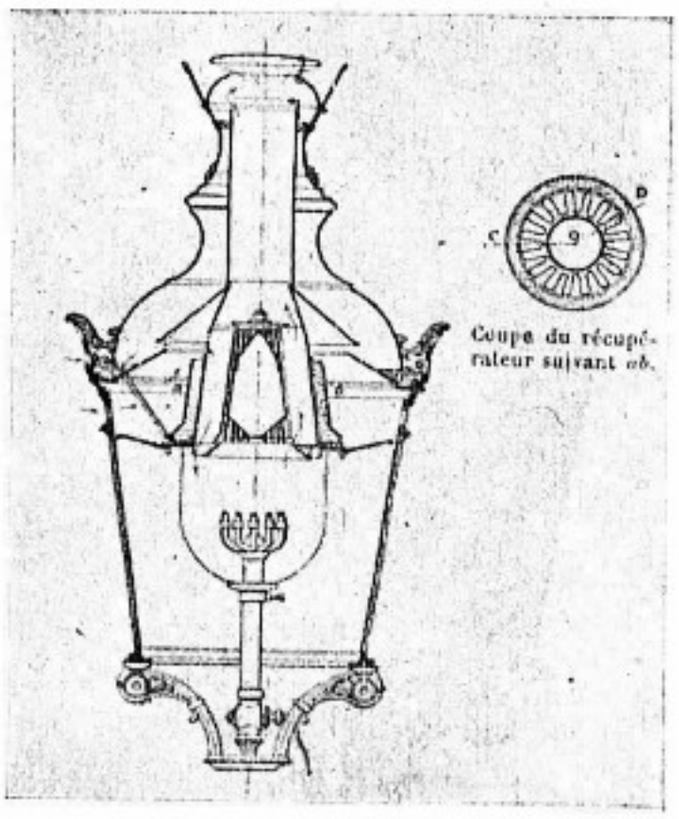


Fig. 11. — Coupe d'une lanterne à récupération.

de son œuvre. On lit dans un de ses rapports que « la lumière que répand le réverbère est telle..., qu'il ne permet pas de penser que l'avenir puisse réserver quelque chose de mieux ».

Tourtille Segrain fut un concessionnaire exact et zélé. Il fit proroger sa concession de vingt ans, installa des réverbères sur la route de Versailles organisa l'éclairage public dans 26 villes de province et créa une société au capital de 1.600.000 livres qui groupa l'ensemble de ses intérêts. Il substitua en 1788, l'huile de colza à l'huile de tripes dont la combustion dégageait une odeur nauséabonde ; la flamme du réverbère devint plus blanche et moins fuligineuse.

Puis vint la tourmente révolutionnaire. Tourtille Segrain tenta d'assurer la continuité du service et dût enfin abandonner la partie après avoir vu sombrer sa fortune. On ne s'occupa plus guère de l'éclairage public et la console qui supportait l'un des réverbères de la place de Grève acquit alors une triste notoriété. Ce n'est qu'après le 18 brumaire que le service de l'éclairage public retrouva son fonctionnement régulier. On n'enregistre d'ailleurs guère de progrès techniques pendant la durée du Premier Empire et au cours des premières années de la Restauration. Toutefois, le nombre des appareils s'accrut : 4.645 réverbères en 1817 et 5.035, contenant 13.340 becs, en

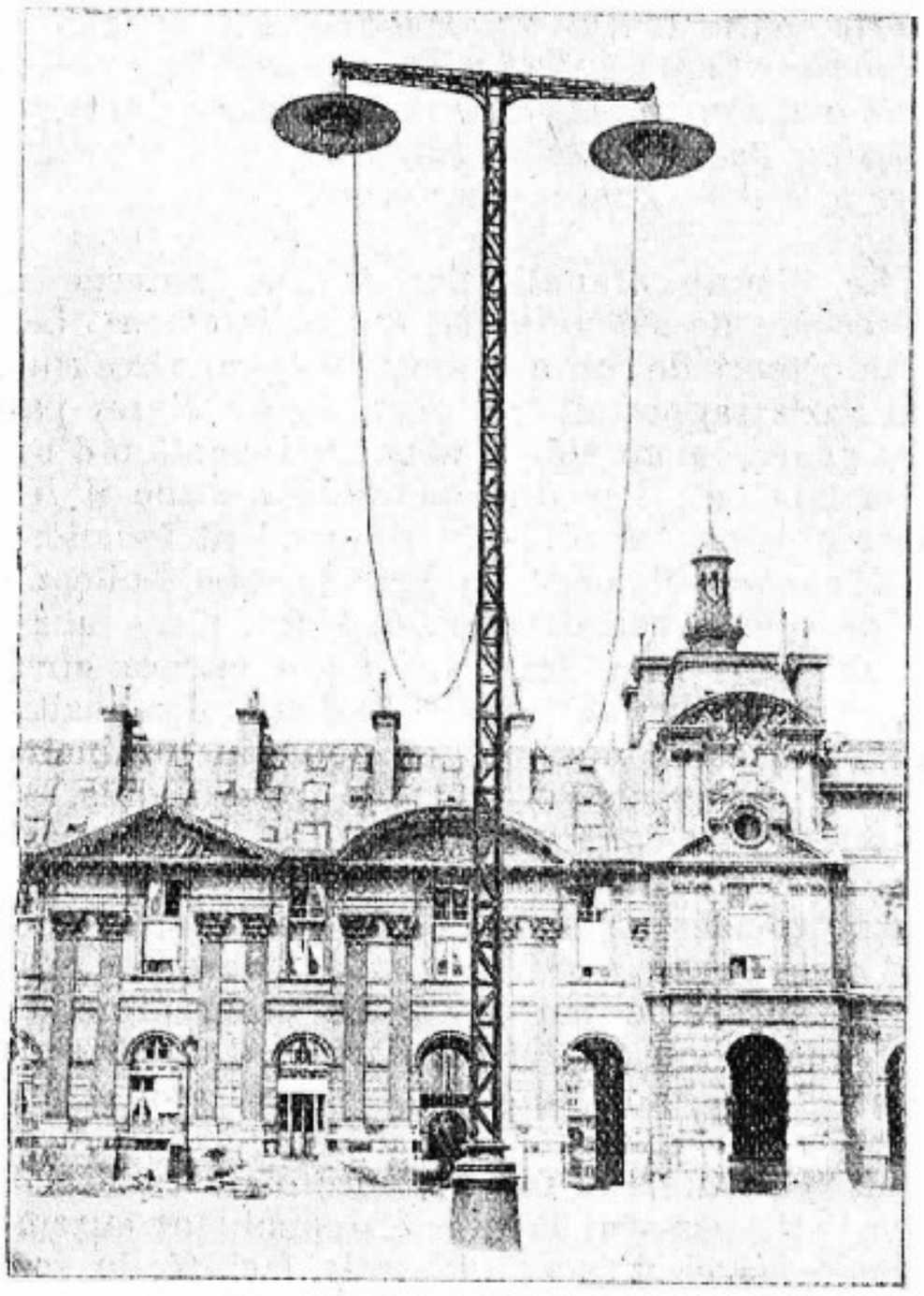


Fig. 12.— Pylone actuel de la place de l'Hotel de Ville.

1821. La dépense annuelle était de 646 francs par appareil.

C'est à cette date que l'on apporta aux réverbères un perfectionnement inspiré par Argand, physicien suisse, par l'emploi de la lampe à double courant d'air, avec cheminée de verre. Argand fut plagié par Quinquet, obscur pharmacien du quartier des Halles, dont le nom a passé à la postérité par une singulière injustice :

Voyez-vous cette lampe où, munie d'un cristal
Brille un cercle de feu qu'anime l'air vital?
Tranquille avec éclat, ardente sans fumée
Argand la mit au jour et Quinquet l'a nommée

*
* *

C'est le 1er janvier 1829 que l'on mit en service, place du Carrousel, les quatre premiers appareils d'éclairage public au gaz qui aient fonctionné à Paris. Douze appareils semblables brûlaient le lendemain rue de Rivoli. Trois mois plus tard on vit apparaître, rue de la Paix et place Vendôme, le type du candélabre en fonte, auquel la création récente des trottoirs, permettait désormais de recourir et qui allait se répandre avec le nouveau mode d'éclairage.

Je ne puis songer, dans le cadre limité de cette causerie, à retracer l'historique du développement de l'industrie du gaz à Paris. Comme toute invention nouvelle, l'éclairage au gaz se heurta à bien des hostilités et des incompréhensions. Mais, le progrès réalisé était si net, au double point de vue de la puissance et de l'économie, que toutes les résistances furent progressivement brisées. Dès 1839, il existait, à Paris, 1.162 foyers à gaz contre 5.101 réverbères à huile. A la chute de la Monarchie de juillet, il ne subsistait que 2.608 réverbères contre 8.600 appareils à gaz. Leur nombre fut porté à 13.733 dès 1852 pour atteindre au 1er août 1870, 20.766 appareils auxquels il faut ajouter les 11.256 foyers qui brûlaient à la même date sur le territoire des communes récemment annexées à Paris. Il ne subsistait alors que 971 becs à huile.

C'est alors, et pour quelque vingt-cinq ans, le triomphe du bec de gaz à flamme libre dont l'intensité — 10 à 15 bougies — nous semble aujourd'hui bien modeste. Ce n'est pas cependant sans éprouver un sentiment de mélancolie que nous évoquons un mode d'éclairage qui fit l'admiration des deux ou trois générations qui ont précédé la nôtre et dont nous avons connu nous-mêmes les derniers vestiges au temps heureux de l'avant-guerre dans l'atmosphère calme et paisible des petites cités provinciales, et même encore sur quelques points de Paris.

L'entrée en ligne effective de l'électricité dans le domaine de l'éclairage public date de février 1878. On mit en service, à cette date, avenue de l'Opéra, 62 foyers pourvus de bougies Jablokoff. L'arc à régulateur apparut en novembre 1881, place du Carrousel, puis aux Buttes Chaumont (1884) et se développa ensuite assez rapidement, cependant que le gaz, stimulé par la concurrence, réalisait des progrès importants par la mise au point de becs dits intensifs à grand débit (1.400 litres par heure, au lieu de 140 litres avec le bec papillon ordinaire) à double courant d'air, puis les becs à récupération, de meilleur rendement grâce au réchauffage préalable de l'air carburant. L'apparition des manchons à incandescence et sa généralisation au cours des dernières années du XIXe siècle redressèrent la situation du gaz, en face de la lampe à arc à l'air libre, seule utilisée alors pour l'éclairage des grands espaces. On vit, lors de l'Exposition de 1900, les deux rivaux aux prises et l'issue de la lutte apparaissait alors comme incertaine...

Il y avait loin de la fameuse chandelle qui s'alluma pour la première fois en l'an 1318, devant le Grand Châtelet, aux 50.900 foyers du Paris de 1900. Et déjà le tiers de siècle qui s'achève a vu à nouveau se transformer radicalement l'éclairage de nos grandes voies. Nos rues sont incontestablement mieux éclairées qu'elles ne l'étaient en 1900 mais beaucoup moins bien, non moins certainement, qu'elles le seront dans vingt ans. Le bref regard que nous venons de jeter sur le passé doit nous donner confiance dans le progrès et, en même temps, nous enseigner la modestie. Devant les réalisations accomplies nous n'aurons garde de dire, comme le fit imprudemment M. de Sartine, que l'avenir ne saurait réserver quelque chose de mieux.

TERMINOLOGIE ET CHRONOLOGIE PRÉHISTORIQUES

(Néolithique, Campignien, Tardenoisien)

par M. Etienne PATTE

Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers.

Il se dessine actuellement, chez les préhistoriens français, un mouvement en faveur des recherches relatives au Néolithique. Il n'est pas inutile de préciser quelques points du problème. Ce ne sont pas de simples questions d'accolades que nous discuterons ici, mais des définitions ; nous n'arriverons pas à une solution satisfaisante, ceci nous montrera qu'il y a encore beaucoup à étudier et sera donc de quelque utilité. Les définitions ne sauraient être arbitraires. Définir, c'est savoir déjà.

Nous ne verrons, somme toute, que des aspects particuliers d'un problème général en préhistoire : les termes d'époque ont-ils une valeur relative ou absolue ? Jacques de Morgan a préféré au terme d'époque celui de stade, puis d'industrie, ce sont les meilleurs. Le terme de civilisation serait bon si l'on pouvait admettre une correspondance entre celui-ci et les vestiges industriels ; or, il n'en est rien ; on a souligné déjà ce fait que les Tasmaniens, les plus arriérés des tailleurs de pierre contemporains, n'étaient pas du tout les derniers au point de vue moral et social. Aussi le terme de *Bauerntum* employé par Menghin pour nommer le Néolithique, l'opposant au *Jägerstum* ou Paléolithique est-il mauvais. De ce que, en gros, les Paléolithiques aient vécu de chasse ou de cueillette et les Néolithiques aient été agriculteurs et pasteurs, en Europe, nul ne doute ; mais est-ce toujours absolument vrai? Les termes préjugeant trop de la qualité de ce qu'ils désignent sont mauvais.

Les préhistoriens ont avantage à définir les industries, non des époques, car époque a un sens chronologique ; or, comment définir le temps en préhistoire? Les synchronismes même globaux sont malaisés à établir ; l'argument faunistique si souvent invoqué n'est valable que très localement, il en est de même des caractéristiques climatiques : l'exemple vient aussitôt à l'esprit, de l'extension de la dernière faune froide en Europe ; dans la France du Nord et du Centre, sa réapparition pourrait servir à définir le Moustérien, alors qu'elle n'a lieu que bien plus tard au début de l'Archéolithique, et même au cours de cette période, dans les pays plus méridionaux, et que cette faune n'a jamais existé en des pays plus lointains.

Nous verrons ainsi que le terme de néolithique est valable pour désigner une industrie lithique non une époque. L'étude du « Néolithique » pose plus de problèmes qu'elle n'en a résolu ; mais, après tout, questionner est déjà connaître.

Le Néolithique.

Par suite de la simplification et de l'esprit de généralisation excessif des manuels, la masse des préhistoriens français s'est fait pendant longtemps un tableau commode, mais erroné du Néolithique. Cette époque apparaissait comme caractérisée par l'apparition du polissage appliqué à certains outils (haches, ciseaux), de la céramique, de l'agriculture, de la domestication des animaux, des monuments mégalithiques (dolmens, menhirs), des habitations lacustres. D'autres objets paraissaient caractéristiques telles les flèches admirables à pédoncule et barbelures. De métal, il n'était question et l'utilisation du métal paraissait caractériser l'âge du bronze pour lequel on ne mentionnait plus généralement ni mégalithes ni outils en pierre (1). A vrai dire, cette conception trop simple était surtout répandue en France. En Italie, il y a longtemps que l'on a signalé à la Bertarina, l'association d'un outillage en pierre (marteaux, flèches, etc...), et d'objets datant sûrement de l'âge du bronze. L'Anglais, John Evans, dans son traité sur les âges de la pierre, traduit en français dès 1878, avait souvent signalé l'association d'objets de bronze et de haches ou casse-têtes en pierre polie ; en 1889. au Congrès de Budapest, il insistait sur ce fait que les haches plates métalliques étaient toujours associées à des haches en pierre polie. D'ailleurs, cette même année 1889, G. de Mortillet, mentionnait que dans la célèbre station des Roseaux, à Morges, le bronze était mêlé aux objets de pierre très abondants. Malheureusement, G. de Mortillet n'a laissé de traité que pour les âges de la pierre ; l'époque néolithique y est décrite sans que la persistance des outils lithiques à l'âge du bronze y soit signalé. Comme dans son *Musée préhistorique*, catalogue illus-

(1) Verneau, entre autres, en 1891, signalait pourtant leur persistance.

tré et descriptif qui fut longtemps le guide des amateurs de préhistoire, G. de Mortillet ne faisait aucune allusion aux outils de pierre en usage pendant sa première époque du bronze (Morgien) ; on se faisait du Néolithique l'idée simple que j'ai signalée. En 1896, Cartailhac, dans sa *France préhistorique* insistait bien peu sur la présence de quelques perles de métal dans les grottes sépulcrales, dites néolithiques, de la Lozère, d'un annelet de cuivre ou de bronze dans le « néolithique » de la caverne de l'Herm (Ariège). Puis, sous l'influence surtout des préhistoriens italiens, on sentit la nécessité de séparer d'un néolithique proprement dit, une période « énéolithique » caractérisée par l'association à la pierre des premiers objets en cuivre et bronze pour les uns, en cuivre pur seulement pour les autres ; les limites de cette période étaient d'ailleurs mal définies, mal définissables d'ailleurs, et variables suivant les auteurs. Aussi J. de Morgan pouvait-il écrire en 1909 que la tendance des préhistoriens était de réduire le Néolithique au profit de l'Enéolithique ; la pensée de certains était même déjà que la pierre polie n'avait jamais existé sans le métal. J. de Morgan n'osait pas accorder une valeur absolue à cette hypothèse, mais, pour lui, l' « état » métallurgique avait indubitablement commencé presque partout par la phase énéolithique où le cuivre d'abord, puis le bronze sont associés à la pierre ; la phase de bronze, subdivisée elle-même, puis celle du fer étaient venues ensuite.

En 1924, J. de Morgan précisait son opinion : l'industrie énéolithique n'était pas, à proprement parler, une étape bien définie, c'était une simple phase de transiton ; nulle part, l'apparition du cuivre n'a modifié les mœurs et usages des néolithiques ; l'apparition du bronze s'étant faite aussi progressivement, certaines régions, comme la Hongrie, sont demeurées beaucoup plus longtemps dans cet état transitoire avec emploi du cuivre pur.

Hubert sentait aussi l'imprécision du terme de Néolithique. La lecture de son ouvrage posthume sur les Celtes permet de s'en convaincre ; employant le terme de néolithique, il ajoute : « J'entends par là aussi tout le début de l'âge de bronze ». Puis plus loin : « Ce que beaucoup appellent *encore* l'époque néolithique, c'est-à-dire la très longue suite de siècles pendant laquelle l'usage des métaux s'introduisit lentement dans l'Europe occidentale et septentrionale ». Enfin il notait l'impossibilité de dater des milliers de tumulus qui ne contiennent que quelques fragments de silex ou de haches polies et d'informes tessons et que l'on peut aussi bien attribuer au Néolithique qu'aux périodes plus récentes. Pour bien nous rendre compte de la difficulté du sujet, nous examinerons quelques cas.

Déchelette a bien senti la nécessité de séparer du Néolithique, l'Enéolithique qu'il a décrit dans le même volume que le Bronze, mais il n'a pas été jusqu'à extraire du Néolithique, les monuments mégalithiques. Sacrifiait-il à la coutume ou sentait-il qu'une pareille amputation compromettrait tout l'édifice, parce que l'on ne savait pas où couper? Déchelette a, d'ailleurs, bien insisté sur les découvertes d'or au Néolithique et leurs conséquences ; en résumé, il mettait en évidence ce fait que les tumulus et les dolmens ou allées couvertes, en Bretagne, dans les Pyrénées, au Portugal, etc..., renferment souvent, comme mobilier funéraire, avec les objets de pierre (flèches, haches polies), d'autres éléments que de multiples associations permettent de considérer comme aussi caractéristiques l'un que l'autre, à savoir : les grains d'une variété de turquoise, dite *callaïs*, des vases en forme de cloche à décoration en zone (Zonenbecher, Glockenbecher, vases caliciformes) (1), l'or sous forme de bijoux ou de lamelles ; les objets en pierre rencontrés dans ces sépultures sont d'ailleurs souvent spéciaux : haches en jadéite, en jade, etc..., flèches des dolmens bretons. Le cuivre, est, lui-même associé à l'or ou aux Glockenbecher dans les dolmens ; pour me borner à des observations récentes, je rappellerai l'association de flèches de cuivre et de silex, la présence d'or signalée par M. Le Rouzic dans le Morbihan, la trouvaille d'or et de cuivre par M. Sicard dans l'Aude. Un objet en silex se trouve aussi souvent dans ces mobiliers, il est connu sous le nom de petit tranchet ou de flèche à tranchant transversal ; mais, obtenu par un procédé très simple en sectionnant une lame et en retouchant très sobrement les bords non tranchants, il paraît moins caractéristique (2). Il y aurait donc tout intérêt à classer sous l'étiquette « Carnacéen » proposée jadis par Salmon, les mégalithes et leur mobilier ; mais, deux difficultés surgissent : il s'agit d'un faciès pour ainsi dire *funéraire* d'une civilisation dont les autres éléments sont difficiles ou impossibles à paralléliser ; il faudrait que les mégalithes et leurs mobiliers ne correspondent qu'au niveau inférieur de l'âge de Bronze ; il semble, au contraire, qu'ils persistent à la deuxième époque de cet âge.

L'association d'objets en pierre et en métal n'est pas spéciale aux vrais mégalithes et à

(1) Terme en usage mais défectueux. Les formes anciennes se rencontrent déjà avec des poignards en cuivre à Redemello.

(2) Très abondant dans les grottes de la Marne (*Cf* infra), il ne manque pas non plus dans les sépultures dolméniques bretonnes, dans les sépultures de l'âge du cuivre de Vendée (Auzay) ; Vouga la signale dans son « Néolithique » ancien.

l'époque où le cuivre était employé pur. En Angleterre, l'association est fréquente dans les terres tumulaires, il s'agit de flèches ou de casse-têtes le plus souvent ; en France, elle s'observe aussi, je citerai seulement un casse-tête à trou d'emmanchement, conservé au Musée de Bourges, trouvé avec du Bronze dans le tumulus de Malicornet (Indre).

Des faits très intéressants ont été signalés pour la Champagne, par J. de Baye, dès 1880, au Congrès de Lisbonne ; il s'agissait de quelques grains de « bronze » en plaque ou en spirale, et de callaïs, trouvés dans des grottes sépulcrales artificielles, taillées dans la craie. D'ailleurs, dès cette époque, Cazalis de Fondouce considérait la callaïs comme un avant-coureur, ou même comme un contemporain du Bronze. Après étude des collections offertes par J. de Baye au Musée de Saint-Germain, Hubert a signalé les perles en cuivre (non en bronze), ainsi qu'une perle en *verre* bleu sombre d'origine égyptienne et des fragments d'idoles en craie, rappelant les figurines troyennes ; de plus, Hubert a considéré les vases, en apparence très primitifs des grottes de la Marne, comme des types dégénérés des Zonenbecher (1) ; enfin, comparaison concordante, il a assimilé les croissants en schiste, percés au deux bouts, considérés jusque là comme des pendeloques ou hausse-cols, aux brassards d'archer qui, ailleurs, accompagnent les Zonenbecher ; seize ans avant, Salomon Reinach avait déjà, en raison de la présence d'ambre, considéré les grottes de la Marne comme post-néolitiques (2).

J. de Baye signalait, en même temps, l'association dans une sépulture champenoise, de deux flèches en silex et d'une pointe de lance à douille, en bronze, ce qui indique déjà le Bronze III. Cette découverte nous étonne moins maintenant que nous savons que la flèche de silex s'est conservée jusqu'à l'âge du fer, au moins dans la région caspique ; elle est d'ailleurs moins intéressante puisqu'il ne s'agit que d'un objet, par lui-même voué à la persistance, non d'un ensemble de formes (3).

M. Bosch-Gimpera (en 1930) ne doute pas de la survivance de la « Culture (sic) du silex » dans le début de l'âge du Bronze, mais il n'admet pas l'hypothèse de sa survivance jusqu'à un niveau assez avancé de cet âge. Peut-être ce refus est-il fondé si l'on ne fait allusion qu'à un certain faciès géographique du Néolithique auquel a été donné ce nom de « culture du silex ». Mais si l'on se place au point de vue de l'industrie néolithique en général, on peut, au contraire, affirmer la persistance jusqu'à un stade très avancé, sinon jusqu'à la fin du Bronze.

Tout à fait significatives à cet égard, sont les belles découvertes de l'Abbé Philippe au Fort-Harrouard ; en particulier, un foyer de la période finale du Bronze a donné des objets variés : hache en *silex*, flèches, ciseaux, tranchet, grattoir, retouchoir, lame importée en silex du Grand-Pressigny. Ce foyer n'est pas le seul à avoir fourni de l'industrie lithique. Les objets de bronze sont rares. La céramique ne laisse pas de doute sur l'âge des foyers en question, elle rappelle souvent les types « lusaciens » caractéristiques du Bronze III et IV ; il y a aussi des tessons ornés de méandres rappelant des modèles suisses et italiques des mêmes époques et du Hallstattien. Il y a, d'ailleurs, plus de vingt-cinq ans que l'on sait que dans l'Europe Centrale, il y a des outils et éclats de silex, des marteaux perforés en pierre, dans les milieux fournissant de la céramique du type lusacien. Les foyers méthodiques du Fort-Harrouard ont, de leur côté, donné des débris de statuettes en terre cuite rappelant les idoles de Serbie (Butmir), de Crète (Cnossos), de Troie I et II.

Ceci montre une fois de plus que, au Néolithique comme au Bronze, les courants d'influence circulaient d'un bout à l'autre de l'Europe et autour de la Méditerranée (1).

Il est donc intéressant de retrouver des faits identiques dans l'Orient de l'Europe et en Asie. Il y a cinquante ans que Schliemann a signalé des haches polies dans les couches III et V de Troie ; ici, l'industrie lithique se poursuit même dans la VI^e^ ville, c'est-à-dire, celle qui précéda immédiatement le Troie homérique ; or, celle-ci est contemporaine de la floraison terminale mycénienne du bronze. Dans la Russie

(1) On peut comparer leur galbe à celui de plusieurs vases de l'âge du Bronze du Fort-Harrouard.

(2) Il me paraît aussi possible que la figure sculptée sur la paroi d'une grotte à Saran (Marne) représente une épingle à rouelle (Radnadel) de l'âge du Bronze.

(3) Il ne faut pas exagérer l'importance de la survivance de quelques objets en pierre, car leur emploi a duré longtemps ; on en a signalé dans le Hallstattien de Glasinatz (Bosnie) ; leur emploi aurait persisté jusqu'aux X^e^ et XIII^e^ siècle, a-t-on dit, en Grande-Bretagne.

(1) Je rappelle quelques faits typiques : Découverte d'ivoire africain dans l'Enéolithique de la Clape, près Narbonne (par Ph. Héléna), de corail dans le « Néolithique » lacustre suisse, d'épingles en ivoire en compagnie de céramique « néolithique » (Spiralmäanderkeramik) dans la région rhénane, trouvailles en plusieurs points d'Europe de coquilles venant parfois de régions au moins aussi éloignées que le Golfe Persique (*Tridacna*, etc...), sans compter les influences artistiques ou ethnographiques (emploi des pintaderas, peintures sur vases, etc., etc...)

Il faut rappeler aussi les rapports artistiques évidents comme ceux de Chypre et du Mondsee, par exemple. La liste serait longue.

pontique, les haches-marteaux, les flèches, étaient encore en pierre à l'époque préscythique des métaux.

Les découvertes récentes montrent aussi que l'emploi de la pierre a été usuel et continu en Roumanie jusqu'à un stade très avancé, sinon final du Bronze (stade bucarestien). Il s'agit ici d'une industrie lithique variée : haches, lames, grattoirs sur bout de lame, et même burins parfaits rappelant les formes de l'âge du Renne.

D'autre part, il faut remarquer que dans beaucoup de stations, le métal manque complètement, c'est le cas de la station B de Boïan (rive gauche du Danube, au sud-est de Bucarest) et de celle d'Otomani (district de Bihor), sites occupés à l'Enéolithique et au Bronze ; des gisements de même âge n'ont donné que deux ou trois objets de métal, malgré l'ampleur des fouilles, c'est-à-dire, qu'il s'en est fallu de peu que l'on n'en trouve point.

Ces faits ne sont pas spéciaux à l'Est européen, il y a longtemps que l'on a remarqué (Ischer) l'absence du cuivre ou son extrême rareté dans les stations lacustres de l'époque énéolithique. En Espagne, MM. P. Paris et Bardaviu Ponz ont signalé un ancien village dont les fouilles ont donné de l'industrie lithique, sans aucun métal bien que l'on ait retrouvé un moule pour aiguilles. Une grotte de Vilhonneur (Charente) n'a donné aucun métal, mais un peu d'industrie lithique et beaucoup de céramique typiques du bronze. Dans ces conditions, on peut se demander si beaucoup de soi-disants sites néolitiques ne sont pas de l'âge du Cuivre et du Bronze ; c'est d'ailleurs ce que supposait, en 1899, M. l'Abbé Breuil, constatant que le Bronze bien représenté dans les vallées de l'Aisne et de l'Oise (1) manque presque sur les plateaux et concluant que le Bronze n'est pas ici distinct du Néolithique final (2).

Dans le midi de la France, l'usage courant des outils de pierre semble aussi se prolonger jusqu'à la fin du Bronze.

Dans ces conditions, étant donné que l'industrie lithique dite néolithique, se retrouve pendant tout l'âge du Bronze, et que le métal manque souvent dans les sites de cette époque, on est en droit de douter de l'existence même du Néolithique en temps qu'époque. La limite entre ce Néolithique hypothétique et l'Enéolithique est en tout cas impossible à tracer et à définir, surtout si l'on admet avec divers auteurs (Menghin, Goury) que l'apparition du métal ne caractérise pas l'âge du Cuivre. Ces auteurs, il est vrai, cherchent à baser la limite sur des caractères moins sujets à nous échapper : technique nouvelle de la taille du silex pour M. Goury, apparition de la céramique nordique dans la région à Bandkeramik pour M. Menghin. Mais il s'agit alors de définitions tout à fait conventionnelles et localisées, et le fait capital pour l'histoire de la civilisation, la découverte du cuivre, est laissé arbitrairement dans l'ombre. D'autres auteurs ont été beaucoup plus loin, tandis que G. de Mortillet classait la station des Roseaux de Morges, type de son Morgien, dans l'âge du Bronze, les auteurs suisses et récemment encore, W. Bremer, placent cette civilisation au Néolithique, c'était le « Bel âge de pierre » des archéologues suisses (stations de Fénil, Locras, etc...), étant donné la conception primitive du terme de Néolithique d'une part, la quantité des objets de métal, l'existence de modèles bien définis, d'autre part, il y a là un abus évident. Il faut probablement chercher une excuse à cette interprétation dans la netteté de certains faits très intéressants, relevés à Morges ; on a découvert ici, dans un golfe du lac de Genève, trois stations lacustres, presque contiguës, mais distinctes ; l'une est « la grande cité de Morges », appartenant au Bel âge du Bronze, sans une hache en pierre, sans une hache de cuivre ou de bronze du type morgien ; la seconde est la station des Roseaux, type du Morgien, avec objets de pierre polie, etc... et haches spatuliformes en métal ; la troisième, enfin, est celle de l'Eglise avec pierre polie mais sans aucune hache de bronze. Il est dons bien évident qu'il s'agit de trois époques distinctes (1) ; si la station de l'Eglise n'avait été qu'un village pauvre contemporain du Morgien, il y aurait bien eu, malgré tout, quelques haches métalliques qui s'y seraient égarées. A condition de s'en tenir à l'emploi de l'industrie de la pierre polie pour définir le Néolithique, il serait donc logique d'y faire rentrer le Morgien, tout en le distinguant d'une phase néolithique plus ancienne. Mais que prouve la juxtaposition de Morges? Simplement que, sur le lac de Genève, une époque où le cuivre et la pierre était employés, a succédé à une époque où le cuivre ne l'était pas, enfin que le métal

(1) L'importance des vallées dans la répartition des dépôts de bronze a été spécialement soulignée par Déchelette, pour toute la Gaule.

(2) Bosteaux-Paris expliquait la rareté extrême du Bronze dans la Marne par une apparition précoce du fer en cette région. Il est plus simple de penser que le Bronze n'y a été jamais très employé.

(1) Les belles recherches de Vouga dans d'autres lacs suisses ont montré, d'ailleurs, que les faits sont beaucoup moins simples et les coupures moins nettes. Ce savant a pu distinguer stratigraphiquement la succession de trois couches néolithiques et d'un Enéolithique ; mais si le Néolithique ancien a une certaine indépendance, les Néolithiques moyen et inférieur et l'Enéolithique ne constituent que des niveaux d'une seule période.

y a remplacé totalement la pierre. Les conclusions ne sont que locales, puisque nous avons vu, au Fort Harrouard, par exemple, la pierre en usage, jusqu'à, pratiquement, la fin du Bronze. Il faut alors choisir et rayer de la classification, soit le Néolithique, soit le Bronze. Sinon, il faut retirer à ces étiquettes toute valeur chronologique et ne les considérer que comme désignant des faciès de civilisation ; c'est une conception qui satisferait les ethnographes, non les archéologues et les historiens.

Moritz Hoernes remarquait parfaitement, en 1908, tout ce qu'il y avait de relatif dans la chronologie adoptée; étudiant la poterie peinte, il la signalait comme néolithique dans l'Europe Centrale, comme de l'âge du Cuivre ou du début du Bronze dans le Midi ; mais, ces âges, pensait-il, ne diffèrent qu'au point de vue de la chronologie relative ; au point de vue absolu, on peut les considérer comme à peu près synchroniques. Parfaitement typique est le cas de la Thessalie, les couches « néolithiques » de Sesklo et de Dimini renferment les céramiques de Chéronée, puis de Dimini, qui paraissent importées ; malgré ces échanges et, en tout cas, malgré la proximité, le cuivre était connu, à pareille époque, à moins de 100 kilomètres de là, à Orchomène.

Quelle solution entrevoir pour la classification? S'il était prouvé que le Néolithique n'existe vraiment pas, il n'y aurait évidemment qu'à ne plus en parler, mais nous n'en sommes pas encore là. Tant que la question de l'existence d'un Néolithique vrai, sans métal, ne sera pas tranchée, il est indispensable de ne pas le sacrifier entièrement au profit de l'époque du cuivre et du bronze ; l'expression anglaise de Chalcolithique serait assez heureuse si elle n'était pas employée, à peu près comme le terme d'Enéolithique, dans un sens plus restreint pour désigner les débuts du cuivre et du bronze. De plus, on pourrait reprocher à cette expression d'être trop parlante lorsque, dans un pays donné, elle serait appliquée à une phase ignorant totalement, soit la pierre, soit le métal.

Pourtant, on pourrait, avec avantage, employer une expression telle que « métallolithique ».

Un terme plus général, comme protohistorique, conviendrait mieux, mais, il est employé et englobe l'âge du Fer.

De toute façon, le terme de Néolithique doit être conservé, mais pour désigner simplement une industrie; on parlerait encore d'un silex néolithique, non d'un site ou d'un monument. Mais la véritable solution, celle du progrès, consiste, non à ouvrir une large accolade, mais à analyser ces époques. Il y a lieu de généraliser ce qui a été tenté en Europe Centrale ; pour cela, il faut : étudier et définir des civilisations constituant des unités très définies, correspondant, pour une région donnée, à une époque bien limitée, ayant une véritable individualité toujours reconnaissable ; puis, étudier les mélanges et superpositions de ces unités. Ce n'est qu'ainsi que, de proche en proche, on établira un tableau synoptique. Dans ce travail, les caractères de l'outillage lithique ne seront pas à négliger. Il y a longtemps que l'on a reconnu que certains types de haches, particulièrement fines, sont spéciaux aux monuments mégalithiques, que d'autres accompagnent certaines céramiques. Il y a longtemps que Pigorini, en Italie, a reconnu les différences entre l'industrie lithique des *Fondi di capanne* « néolithiques » et des terramares plus récents. En Suisse, Vouga a reconnu la valeur stratigraphique de certains objets, valeur locale qu'il convient d'estimer prudemment ailleurs. Ce sont surtout les objets métalliques qui permettraient d'établir les relations et synchronismes, tant à cause de leurs formes bien définies, obtenues au gré du fondeur que des échanges lointains dont ils ont été l'objet. Mais, pour les périodes anciennes où le métal manquait presque ou totalement, la céramique est souvent le seul argument utilisable ; de ce côté, sans craindre d'encombrer la nomenclature, il y a lieu de suivre l'exemple des archéologues du Centre européen et de définir tous les types qui en valent la peine. Ce n'est qu'ensuite que l'on aura le droit de définir des noms d'époques à terminaisons en ien, noms dont vainement on abuse.

Le Campignien.

Les essais de subdivisions du Néolithique ont été peu encourageants. La sous-époque la mieux définie paraissait le Campignien ; les fonds de cabanes du Campigny, près Blangy-sur-Bresle, ont livré, en effet, un outillage de faciès bien net, dont les pics, tranchets, sont les éléments paraissant les plus caractéristiques ; l'absence ou au moins l'extrême rareté des haches polies semblait indiquer que ce faciès se plaçait à la base du Néolithique (1).

Quant à la valeur de cette sous-époque, G. de Mortillet a été au moins très réservé, Déchelette encore plus. La poterie est déjà très évoluée, il y a des anses, des ornements en damier ; l'industrie lithique, pics et tranchets, se retrouve ailleurs mélangée au Néolithique ordinaire dans des stations, de surface il est

(1) Ce raisonnement est sans valeur : cette absence ou rareté pourrait s'interpréter aussi bien comme une dégénérescence finale.

vrai, mais si nombreuses que le fait est troublant ; les fouilles du Fort-Harrouard ont montré qu'il y avait bien réellement des tranchets de type campignien aux niveaux « néolithiques », qui renferment de la céramique du type de Michelsberg et du type à décoration hachurée du Camp de Chassey (1). Bien plus, les préhistoriens belges placent leur Spiennien, équivalent industriel du Campignien, au-dessus de leur Omalien qui est, malgré l'absence de métal, un Enéolithique certain, parfaitement caractérisé par sa Bandkeramik. Hors d'Europe, mais à proximité, les faits paraissent semblables. M. R. Neuville signale des pics campigniens dans le Bronze I de Palestine où ils étaient employés concuremment avec des haches polies.

Il est à craindre que l'étude du Néolithique ne soit longtemps encore difficile par suite de la multiplicité de ses faciès ; faciès provinciaux, mais aussi faciès de camp (2), de village, de cimetière ; il y avait certainement des bourgades de pêcheurs, d'agriculteurs, de mineurs. Spiennes, entre autres, était un pays de mines de silex. L'outillage n'était pas le même ici et là. Ceci suffit à expliquer le sort de l'industrie campignienne.

Le Tardenoisien.

Le terme de Tardenoisien a été créé par G. et A. de Mortillet pour une industrie de tout petits silex à formes géométriques qu'ils tenaient pour caractéristiques de la phase de transition entre l'âge du Renne et le Néolithique. Cette position était peu assurée, pourtant G. et A. de Mortillet, avaient en partie vu juste. En réalité, il n'y a pas une époque, mais une industrie tardenoisienne. Ceci était assez facile à prévoir. En effet, les seuls objets décrits pour cette « époque » étaient ces minuscules silex dépassant rarement deux centimètres de long ; et il ne saurait s'agir que d'une industrie associée à une autre. En fait, ces microlites, très spéciaux, apparaissent dès l'âge du Renne, à l'Aurignacien (Aurignacien et Capsien) ; très variés, ils constituent un ensemble qui, en Belgique, dans la grotte de Remonchamp est associé à une faune (Renne) et une industrie parfaitement caractéristiques du Magdalénien, dernière époque de l'âge du Renne. Puis, tant au nord qu'au sud des Pyrénées, elle s'associe à l'industrie azilienne qui correspond à une civilisation de type encore paléolithique, survivant immédiatement à l'époque du Renne en nos régions ; certaines coupes sont très nettes à cet égard (Valle, province de Santander).

Enfin, les microlithes tardenoisiens se retrouvent jusqu'en plein âge du Cuivre. Il est vrai que les auteurs, qui ont beaucoup étudié la question, attribuent une certaine valeur à quelques formes plus particulières. Le microburin (1), répandu en Europe et en Afrique du Nord, est trop spécial pour avoir été inventé en divers points, mais associé au Renne en Belgique, et à l'Enéolithique en Espagne, il ne peut servir à établir des synchronismes. Le « trapèze » est donné comme caractéristique de phases tardives du Tardenoisien, mais c'est là une forme très simple, a priori, susceptible d'être inventée en divers lieux et temps.

Le terme de Tardenoisien est tout à fait propre à désigner l'industrie de microlithes géométriques, mais il ne saurait être appliqué à une époque ; uni au terme d'azilien, il peut, avec avantage, désigner les faciès de l'époque azilienne ou azilo-tardenoisienne, époque où, dans l'Europe occidentale, un courant de civilisation dérivée du Capsien de l'Europe méditerranéenne, porteur de l'industrie tardenoisienne, se mélange à la civilisation azilienne. Celle-ci, au contraire, doit être considérée comme issue du Magdalénien décadent et caractérisée par ses harpons dégénérés en bois de cerf.

Un sort semblable à celui du Tardenoisien semble avoir celui de l'industrie maglémosienne. Celle-ci a été bien étudiée dans une tourbière voisine de Mellerup, dans l'île danoise de Seeland ; elle correspond aux époques postglaciaires où la Baltique était un lac, le lac à *Ancylus*, puis une mer (mer à Littorines). Bien homogène, elle apparaît donc sur la Baltique caractéristique d'une époque ; mais, l'usage de ses harpons et de son outillage en silex aurait persisté en plein « Néolithique », survivant même aux sépultures mégalithiques à galerie.

Une des causes de toutes les difficultés rencontrées pour les temps post-paléolithiques

(1) C'est donc déjà de l'Enéolithique.

(2) On saisit ici la difficulté : M. Hoernes écrivait, en 1906, qu'en Europe centrale les premiers Néolithiques, caractérisés par la céramique à *Umlaufstil* (style périphérique) habitaient les plaines et cavernes tandis que leurs successeurs, caractérisés par le *Rahmenstil* (décor à cadres réservés) abandonnèrent ces sites pour les hauteurs fortifiées et les stations lacustres. Dans le Beauvaisis, Mary, en 1909, a signalé l'absence du Carnacéen sur les sommets. Les différences entre les trouvailles sur les hauteurs et dans les fonds peuvent être donc dues tantôt à l'ancienneté, tantôt à la spécialisation (villages de bergers, de soldats, etc...)

(1) C'est un outil très spécial, sorte de burin d'angle très plan avec retouche terminale en forme de petite coche (cf. Breuil). Pour M. Vignard, inventé en Haute-Egypte, il aurait rayonné avec les hommes chassés par le dessèchement du continent africain.

parait être la rapidité croissante des progrès, le temps ne permettant plus l'uniformisation entre deux inventions ; cette accélération est en relation à l'intensité des courants de civilisation et des migrations, il peut ainsi y avoir inversion dans la superposition des divers types.

RÉSERVES NATURELLES ET PARCS CHÉRIFIENS

(Des diverses formations biologiques mondiales)

par Georges CARLE et Jean GATTEFOSSÉ

Le Maroc fait partie d'une des régions du Globe les plus anciennement habitées par des populations plus particulièrement pastorales ou pratiquant un système de culture extensive que nous avons caractérisé dans une précédente note (1).

La limite même de cette dégradation semblait atteinte puisque la nécessité impérieuse des pâturages pour l'existence des groupe sociaux, était devenue la cause principale des luttes qui les affrontaient.

Or, par suite des circonstances économiques généralisées par la guerre, la direction imprimée au développement du Maroc par la gestion européenne, a été caractérisée par l'application de méthodes d'exploitation intensive des ressources naturelles. Elle ont rompu l'état d'équilibre antérieur, sans chercher à lui substituer une harmonie nouvelle. Malgré l'expérience des peuples civilisés, la colonisation européenne au Maroc a provoqué l'aggravation rapide de la dégradation biologique ; de vastes superficies ont été dédoumées, les centres urbains se sont multipliés et les moyens de chasse se sont amplifiés, les barrages hydrauliques et l'utilisation des réserves d'eau de la montagne, centre naturel d'expansion des indigènes, au profit de la plaine ont désaxé l'ordre ancien et créé de nouveaux centres d'attraction ; l'interpénétration de populations de caractères et d'intérêts divergents, d'affinités raciales contradictoires a contribué à rendre plus précaire la permanence des associations biologiques naturelles.

Les formations biologiques autochtones avaient déjà à peu près complètement disparu, mais leurs derniers vestiges, plantes et animaux, aujourd'hui plus isolés et plus sérieusement menacés, sont en voie d'extinction rapide et fatale ; les nombreuses disparitions que nous avons enregistrées ailleurs à propos de l'évolution biologique du Sahara Occidental (2) et qui nous sont révélées par la Préhistoire et l'Histoire de l'Afrique du Nord, ne tarderont pas à être suivies, sous nos yeux, de l'extinction d'espèces intéressantes, reliques du passé que rien, jusqu'à maintenant, ne protège.

Mais, depuis quelques décades, l'exploitation intensive des ressources du Monde, a provoqué chez l'homme civilisé un reflexe normal de défense qui a conduit toutes les nations et les puissances colonisatrices à créer des réserves territoriales mises à l'abri de toute incursion de l'homme et de ses commensaux, les animaux domestiques.

C'est ainsi que cette idée, généralisation de l'instinct de la conservation de l'espèce humaine et de son patrimoine, a provoqué la création aux Etats-Unis, du Parc National de Yellowstone, dès 1872, puis de vastes et nombreuses réserves par la suite (19 parcs nationaux, 120 réserves et 140 monuments naturels réservés). Dans toute l'Europe, ce mouvement s'est poursuivi et des territoires réservés, diversement conçus et administrés, ont été créés en Autriche, en Suède, en Suisse, en Angleterre, en Italie et en France (Parc National du Pelvoux et Réserve Naturelle de la Camargue) ; au Canada, il y a 17 parcs nationaux totalisant 7 millions d'hectares ; en Algérie, au Congo Belge, dans toutes les colonies anglaises d'Afrique, en Argentine, en Australie, etc..., de vastes parcs et réserves ont été organisés.

Madagascar, enfin, vient de réaliser 10 réserves, en tenant compte des enseignements du passé et de l'exemple des autres nations coloni-

(1) *Carle et Gattefossé.* — De la Production mondiale dans ses rapports avec les sols ; un moyen de la régulariser. (Communication au Congrès des Hautes Etudes marocaines). Fès 1933.

(2) *J. Gattefossé.* — Evolution Biologique du Sahara occidental ; essai de synthèse. « La Terre et la Vie », t. III, Juin 1933, 1 carte, 11 photos.

satrices ; ces 10 réserves peuvent être considérées par leur conception et par leur mode de réalisation, comme le modèle du genre.

Ces œuvres éparses dues à l'initiative et au génie particulier de chaque nation, ont provoqué la tendance à une codification uniforme mondiale dont l'Union Internationale des Sciences Biologiques pour la Protection de la Nature, a pris la direction. Pour les pays d'influence française le Muséum National d'Histoire Naturelle s'est donné pour tâche, d'encourager et de favoriser la création de toute institution de conservation de la nature.

Il est donc naturel que le Maroc se préoccupe à son tour de créer des Parcs Chérifiens, réserves naturelles, biologiques et botaniques, destinés à soustraire certaines régions à toute action humaine. Des vœux émis par l'Institut Scientifique Chérifien, par la Société des Sciences naturelles et par la Société de Géographie, en accord avec la Direction des Eaux et Forêts ont précisé cette préoccupation et indiqué les principes selon lesquels devaient être choisies et délimitées les zones réservées.

Nous verrons plus loin que l'Administration de ces Parcs Chérifiens devrait tenir le plus grand compte de l'exemple fourni par Madagascar, en adaptant certaines dispositions administratives aux particularités sociales marocaines.

Le but des réserves naturelle étant tout d'abord la conservation intégrale des formations biologiques autochtones, lorsqu'elles existent encore, ou tout au moins de certaines formations de remplacement également menacées de destruction, nous nous proposons dans cette note de définir ces divers types d'associations biologiques. Ensuite, nous nous efforcerons de proposer un choix judicieux de zones méritant expressément d'être, au moins partiellement, mises définitivement à l'abri des atteintes destructives ou modificatrices de l'homme.

Formations biologiques autochtones et formations biologiques modifiées.

Les formations biologiques du Globe, telles que nous pouvons les observer actuellement, comprennent deux grandes catégories qui s'opposent l'une à l'autre par leur origine même.

Les unes sont les formations biologiques autochtones et les autres les formations biologiques modifiées ou de remplacement, dérivées des premières à la suite de modifications profondes, dont la cause unique est dans l'action de l'espèce humaine.

Si l'on envisage la surface du Globe après les dernières modifications géologiques et climatiques de grande envergure qui marquent la fin du Tertiaire, on constate que, dans l'ensemble, les continents comme les mers sont couverts de formations biologiques en état d'équilibre en rapport avec les facteurs naturels.

Ces formations que nous appelons « Formations biologiques autochtones », sont fonction du climat et de la nature géologique du sol ; leur caractère essentiel est la stabilité, la permanence dans une période géologique donnée ; le seul facteur de modification éventuel est l'homme, seul animal capable de rompre l'ordre naturel, et à la faveur du temps, de réaliser des modifications de la Biosphère d'une importance égale à celles que seuls les grands cataclysmes géologiques, les changements de climat et les modifications des aires continentales avaient antérieurement réalisées.

Car les animaux, en étroite dépendance de la flore qui les alimente, soit directement, soit par l'intermédiaire des herbivores, ne constituent jamais un facteur de modifications d'ensemble des formations primitives. Partout où les espèces végétales et animales coexistent, elles sont harmonieusement groupées en associations équilibrées, soit que les espèces végétales tirent leurs moyens de propagation des animaux, soit que les espèces animales tirent leur subsistance des végétaux, soit encore que les liaisons et les interpénétrations soient plus nombreuses et plus complexes.

Une étroite dépendance lie donc les représentants des deux règnes entre eux et les rattache également aux dispositifs du substratum minéral qui résulte de l'évolution géologique antérieure du globe. Cette dépendance nous permet de considérer la formation biologique autochtone comme l'aboutissement logique de l'évolution géologique, comme l'un des nombreux facies normaux de la Biosphère en un temps donné de l'évolution planétaire.

Cette dépendance obligatoire de tous les êtres qui composent une formation biologique autochtone, nous permettra pour la facilité de l'exposé, de définir ce type d'association par le seul aspect de leur spectre botanique. Des caractères spécifiques de la flore on déduit nécessairement ceux de la faune associée aussi bien que la constitution chimique du sol qui les porte ; nous pouvons donc, sans provoquer d'erreurs, négliger les particularités faunistiques.

Nous estimerons que la flore est une suffisante représentation des zones naturelles de la Biosphère, pour négliger de préciser les caractères de la faune qui l'accompagne nécessairement.

Ceci dit, nous pouvons tenter une définition de la formation biologique autochtone et en énoncer les caractères principaux.

Une formation biologique autochtone est constituée par une association d'espèces dont

les réactions réciproques s'annulent, dont l'état d'équilibre est parfait et ne peut être rompu par aucune cause interne. Nous ne pouvons en concevoir l'origine, le commencement ou la fin, sans supposer d'interventions prenant leur source hors d'elle : cataclysme géologique ou intervention d'une espèce agissante nouvelle et puissante.

Une formation biologique autochtone est donc exclusive et ne peut admettre, ni introduction d'une espèce, ni émigration, à un stade donné.

Les formations biologiques autochtones se caractérisent, dans les conditions climatériques les plus favorables, par l'hétérogénéité des espèces, c'est-à-dire que le nombre des espèces qui les composent, est très grand par rapport au nombre des individus.

L'exemple en est encore fourni de nos jours par la forêt équatoriale et tropicale humide avec ses associations secondaires d'épiphytes.

Plus les conditions climatériques deviennent défavorables à la vie des êtres supérieurs, c'est-à-dire au fur et à mesure qu'on se rapproche des pôles pratiquement abiotiques, les formations autochtones perdent ce caractère d'hétérogénéité et le nombre des individus devient plus grand que celui des espèces pour aboutir enfin au facies des forêts septentrionales monotypes.

Les cryptogames constituent le plus souvent des associations secondaires dépendant des formations autochtones où les espèces d'organisation supérieure prédominent largement ; lorsqu'ils sont isolés, les cryptogames ne constituent de formations autochtones que lorsque les rigueurs du climat leur imposent un état d'équilibre restrictif, par exemple au Spitzberg.

Ailleurs, ils occupent des milieux en voie de modification lente comme les tourbières et en général, toutes les associations secondaires des rochers et des écorces, substrata en voie de modification continue et souvent rapide. Ces associations de cryptogames ne sont donc pas des formations autochtones, faute du caractère de permanence.

Les plantes annuelles ne sauraient, à elles seules constituer des formations autochtones, car elles dépendent étroitement du renouvellement des périodes d'humidité et de sécheresse ; elles peuvent donc cesser d'exister momentanément, sauf à l'état de graines, comme il arrive dans les régions steppiques (« acheb ») ; le caractère de permanence manque donc également à leurs associations.

Les associations de plantes annuelles ne sont d'ailleurs jamais un milieu fermé aux introductions et leur pouvoir migrateur souvent considérable les éloigne tout à fait des formations autochtones. Les formations modifiées sont donc souvent, comme nous le verrons plus loin, caractérisées par l'abondance de plantes annuelles venues se grouper par migration autour d'un noyau de plantes vivaces représentant à l'état relicte, les vestiges de la flore autochtone.

Les associations secondaires d'épiphytes, de cryptogames et de plantes annuelles étant ainsi éliminées nous pouvons rechercher les principaux types actuels de formations biologiques autochtones, telles que nous venons de les définir et simplement caractérisées par leur flore.

Les divers types de formations autochtones pourraient être groupées en trois catégories :

a) *La sylve :*

1° Forêts équatoriales et tropicales humides ;
2° Forêts à feuilles caduques et à conifères dans quelques cas particuliers ;
3° Forêts littorales dites « de Palétuviers », mangrove.

b) *Les formations hygrophiles et dérivées :*

1° Les marais et les estuaires ;
2° Les Toundras de la zone arctique ;
3° Les steppes à associations halophiles.

c) *Les formations restreintes par les rigueurs du climat local :*

1° Les steppes à plantes grasses ;
2° La steppe désertique lorsqu'elle est due uniquement à l'influence de la sécheresse ;
3° Les formations glaciales et prairies de haute montagne.

Les steppes à graminées, les savanes et scrubs de buissons ne sont jamais des formations autochtones et rentrent nécessairement dans les groupes de formations modifiées.

Nous éliminons volontairement de notre exposé les milieux marins qui ne sauraient faire l'objet de mesures de conservation ; disons seulement qu'une formaton marine, la mer des Sargasses, constitue cependant un prototype de formation biologique autochtone, exemple précieux pour la compréhension de l'origine géologique de ces formations.

Réduites aux trois catégories que nous venons d'énoncer les formations autochtones ne couvrent plus, de nos jours que les 5/100 environ de la surface du globe. L'intervention de l'homme civilisé, de ses divers types d'industrie, est seule responsable de la disparition ou de la transformation du reste.

Car l'homme primitif était nécessairement en équilibre biologique avec la nature dont il tirait sa subsistance ; le mythe de l'Eden n'est qu'un lointain rappel de cet âge d'or.

L'Indien du Brésil, le Pygmée africain, peuvent encore nous donner une idée de la vie de l'homme primitif, partie intégrante de l'association biologique naturelle.

Sans l'homme industrieux, les causes possibles de modification résidaient uniquement dans l'évolution lente ou brusquée de la Géosphère : dérive des masses continentales ou déplacements des pôles, séismes, éruptions volcaniques, régressions et transgressions marines.

Dès que l'homme a su domestiquer des animaux, il a dû rechercher des pâturages pour son bétail ; cette nécessité est une des causes primitives de ses migrations ; sans doute même, a-t-elle précédé toutes les autres.

D'abord ramasseur de fruits, de racines et chasseur, l'homme est ensuite devenu pasteur ; or, les pâturages n'existaient qu'en altitude dans les régions propices au développement de l'espèce humaine et l'homme a dû créer de la pâture en brulant la forêt.

Les premières migrations humaines se sont donc effectuées sous forme d'une marche très lente sur le front de la régression de la forêt incendiée ; la marche lente des cultures de café au Brésil, suivant la forêt détruite, est un phénomène moderne, rigoureusement parallèle.

L'idée de la culture est née chez l'homme primitif, très certainement de l'observation des résultats des incendies de forêts, puisque les types de culture les plus primitifs sont observés de nos jours précisément sur les cendres et l'humus de la forêt détruite ; exemple : les tavy de Madagascar. La domestication du bétail, importante conquête de l'activité humaine, a donc précédé la culture. La forêt d'abord détruite uniquement pour créer des pâtures, l'a été ensuite et simultanément pour cultiver des céréales sur les réserves d'humus, riches en matières nutritives, du sol forestier.

Cette destruction s'est poursuivie pendant toute la durée de l'évolution humaine, mais a pris une ampleur progressivement accrue depuis les huit derniers millénaires ; les cultures industrielles : coton, café, canne à sucre, thé, suivent encore aujourd'hui la forêt qui brûle.

Lorsqu'il n'y aura plus de forêts autochtones, les forêts de remplacement, comme la Savoka de Madagascar, brûleront à leur tour pour fournir leur contingent d'humus, déjà moins riche. Et ensuite, il n'y aura plus rien, plus de forêts créatrices d'humus, plus d'humus support des cultures riches. L'accumulation d'énergie solaire que représente la création de l'humus, au même titre que celle de la houille, ne se fera plus et l'équilibre de la Biosphère sera définitivement détruit, sans retour possible vers le passé.

La terre s'acheminerait alors très rapidement vers un seul mode nouveau d'équilibre, dont la vie serait exclue, sauf peut-être dans la mer. L'homme civilisé peut sans doute, arrêter ce processus par des mesures intelligentes, dont la restriction des cultures sur le sol forestier et la création de réserves naturelles étendues, sont les plus facilement réalisables.

Il paraît démontré, de nos jours, que la disparition de la forêt aggrave la sécheresse, puisque le climat d'une forêt et celui d'une steppe contigües, sont différents. La reconstitution de forêts depuis longtemps disparues est donc très difficile, sinon impossible.

Le retour en arrière étant inconcevable, l'homme peut espérer seulement conserver ses moyens actuels d'existence, maintenir le *statu quo* et barrer la route à la steppe envahissante.

∴

Nous avons rapidement examiné ce qu'étaient les formations biologiques autochtones et le danger que faisait courir à l'espèce humaine, leur rapide et apparemment inéluctable disparition. Voyons, non moins rapidement, ce que sont les formations modifiées ou de remplacement.

Elles se distinguent par l'homogénéité, un petit nombre d'espèces pour un grand nombre d'individus. Les espèces botaniques qui les caractérisent ont un grand pouvoir migrateur et s'adaptent à des conditions climatériques variées. Toutes les espèces cosmopolites appartiennent nécessairement aux formations modifiées.

Les caractères élémentaires des formations modifiées s'opposent à ceux des formations autochtones que nous avons énoncés ; les espèces émigrent facilement et il n'y a aucun milieu exclusif dans les formations modifiées ; elles ne sont donc pas permanentes malgré les apparences parfois trompeuses dans le cas des steppes à graminées, mais toujours en voie d'évolution. Elles ne sont en effet, dans tous les cas, qu'un facies momentané situé à une distance variable entre la formation autochtone typique et le stade abiotique final de dégradation.

Les 3/4 de la surface des continents sont aujourd'hui occupés par des formations modifiées et il serait vain de vouloir énoncer tous les types réalisés par ces associations, extrêmement variables.

La steppe désertique est la formation modifiée la plus étendue du globe ; elle touche au stade final de la dégradation biologique, représenté par les espaces abiotiques.

Lorsque les espèces ligneuses sont encore présentes, on peut les considérer comme une relique de sous-bois modifié, par disparition d'un couvert forestier. De même la Savanne est une forêt de remplacement réduite aux espèces qui ont pu s'adapter à l'aggravatiou de la sécheresse consécutive à la disparition des forêts primitives.

Le Sahara, en général, et les steppes du Sud Marocain se prêtent particulièrement à l'étude des formations modifiées parce que des espèces botaniques appartenant aux flores méditerranéennes et soudanaises, qui se sont antérieurement succédées dans ces régions, ont persisté à l'état relicte sur les montagnes et le long des cours d'eau. L'adaptation de quelques espèces vivaces des flores autochtones anciennes ne faisant aucun doute, leur étude est du plus haut intérêt pour l'explication de l'évolution des formes endémiques.

La steppe désertique présente de nombreuses associations, mais toutes sont essentiellement éphémères et transitoires et tendent plus ou moins rapidement vers leur complète disparition. Les observations humaines portent évidemment sur des temps trop courts pour que la botanique et la zoologie seules puissent apporter des preuves de cette évolution ; mais la préhistoire, le folkore et les traditions démontrent l'existence de périodes biologiques au Sahara, bien distinctes de l'état actuel et ayant véritablement l'apparence de formations biologiques autochtones. Leur disparition fut provoquée et rendue plus rapide par le fait de l'homme, pasteur et cultivateur.

Une des questions que l'on peut songer à résoudre par la création de réserves dans les formations modifiées, est du plus haut intérêt pour l'avenir de l'humanité. Dans quelle mesure une formation modifiée, par conséquent temporaire, peut-elle évoluer de nouveau vers le type de formation autochtone dont elle est issue, si elle est mise à l'abri de l'action de l'homme et des ruminants domestiques?

On sait, par exemple, que le premier stade de dégradation de la forêt tropicale autochtone après l'incendie et la culture temporaire, est une forêt de remplacement comportant un très petit nombre d'espèces, souvent cosmopolites et on a observé, à Madagascar notamment; que lorsque cette forêt de remplacement est mise à l'abri des atteintes de l'homme, elle est susceptible de reconstituer très lentement la forêt primitive.

Ce phénomène a-t-il des analogues dans les régions tempérées? Il serait très précieux de le savoir, notamment pour les besoins de la reforestation.

Nous avons tenu compte de l'intérêt des problèmes ainsi posés, *pour le choix de Réserves Naturelles au Maroc.*

*
* *

Les formations autochtones sont peu nombreuses au Maroc ; elles se réduisent en somme à deux types : les formations steppiques de plantes aphylles ou à latex et les formations marécageuses, en tenant compte cependant, des peuplements importants constitués par les forêts de cèdres, de chênes verts et autres espèces qui constituent des reliques plus ou moins dégradées d'un état autochtone que nous n'arrivons à reconstituer que très imparfaitement. Les autres types de formations autochtones ne sont pas représentés ou bien ne comportent que des fragments peu étendus et trop dispersés pour faire l'objet utilement de mesures protectrices.

C'est le cas notamment des estuaires à flore halophile, des steppes halophiles des Sebkhras méridionales, de la flore xérophile des rochers dans les divers secteurs climatiques.

Parmi les formations modifiées, nous attirons l'attention sur l'intérêt que présentent certains secteurs isolés, parfaitement limités géographiquement et climatériquement, possédant des associations végétales de caractère mixte, associations de passage entre deux ou plusieurs secteurs phytogéographiques. Ces régions peuvent être considérées comme des annexes d'un domaine phytogéographique, isolées au sein d'un domaine distinct ; elles offrent donc des éléments très intéressants pour l'étude de l'endémisme géographique.

Par exemple, le secteur du Tazzeka, enclave du domaine méditerranéen dans le domaine atlantique ; le secteur de Tanger, enclave lusitanienne et le secteur macaronésien marocain, colonie continentale de la flore canarienne, constituent des cas analogues.

Ces secteurs spéciaux, probablement récemment isolés, sont en évolution manifeste et des Réserves Naturelles pourraient sans doute permettre de définir le sens de cette évolution. Les territoires dont nous proposerons la conservation intégrale, comprendront donc une portion de ces secteurs botaniques, tout en s'étendant sur les régions voisines.

Pour le choix des territoires réservés, nous préconiserons une méthode permettant de donner satisfaction aisément à ces desirerata ; elle vient d'ailleurs d'être appliquée pour l'une des principales réserves de Madagascar. Elle consiste à délimiter sur le terrain une figure aussi rapprochée que possible d'un parallélogramme rectangle, très allongé dans une direction géographique ; les grands côtés sont orientés selon une direction permettant d'englober les sites les plus variés, représentatifs de toutes les conditions biologiques dont il y a intérêt à assurer la conservation.

Un territoire réservé par application de cette méthode, présente un avantage considérable pour la préservation de la faune, puisqu'il ne tarde pas à servir de refuge aux animaux chassés des régions adjacentes non réservées ; il est, en effet, ouvert à leur immigration sur la plus grande étendue possible, recoupant notamment les vallées d'accès naturel facile.

En conformité avec les indications qui précèdent, nous proposerons pour le Protectorat Français du Maroc seul, un choix de cinq réserves principales et de deux réserves annexes, situées de la manière suivante :

I. — *Tazzeka-Bou Iblane* : Un parallélogramme dirigé Nord-Sud, partant de la Daya Chiker, englobant le Tazzeka, le Moussah ou Salah et se terminant sur le versant sud du Bou-Iblane.

II. — *Région d'Oulmes-Pays Zaïan* : Une figure allongée Ouest-Est, à partir de Harcha, englobant le Djebel Beddouz et la forêt de l'Aïn Karrouba et se terminant à la vallée de l'oued Beth.

III. — *Moyen-Atlas* : Un parallélogramme allongé de l'Ouest à l'Est, partant du Haut Oued El Abid, englobant le Djebel Masker, le Haut Ansegmir, le Djebel Ayachi en partie, et se terminant vers les sources du Ziz.

IV. — *Secteur Macaronesien Marocain* : Une figure rectangle dirigée du Sud-Ouest au Nord-Est partant du cap Ghir, traversant une partie de la Savanne à Arganiers, les Ida ou Tanan et se terminant au Djebel Taskemt.

V. — *Grand Atlas et Anti-Atlas* : Un parallélogramme dirigé du Nord au Sud à travers le Djebel Ouenkrim, l'Agaouz, le Djebel Tifnout, la vallée des Aït Semmag et coupant l'Anti-Atlas au Djebel Fidoust, pour se terminer à l'oasis de Tatta sur le Bani.

Annexe I. — Un site de Merdja typique des marais du Gharb aux environs de Moulay Bou Selam.

Annexe II. — Un site typique de l'association autochtone de plantes aphylles et à latex du littoral du Souss, soit à l'embouchure de l'Oued Massa, soit aux environs d'Aglou.

Ces territoires à réserver ont été étudiés tant au point de vue de la conservation du plus grand nombre possible d'associations botaniques qu'au point de vue de la préservation des reliques de la Faune. Ils sont, en outre, recoupés par des routes et des pistes nombreuses existantes, qui en rendent d'ores et déjà l'accès facile.

Il conviendrait, en outre, de classer quelques sites comme monuments naturels réservés tels que les sources de l'Oum er Rebia, les gorges de l'Oued Cherrat à Maïdnet et l'un des sokhrat quartzitiques de la région de Boulhaut, les principaux sommets de montagnes et les bouquets isolés d'Arganiers existant en dehors de l'aire normale de la Savanne.

Notrs but étant uniquement de suggérer la création de Réserves Naturelles utiles au Maroc et d'en motiver la nécessité, nous n'envisagerons pas la question de leur gestion administrative. Cependant, nous attirons l'attention sur l'arrêté du Gouverneur Général de Madagascar, organisant la conservation des Réserves Naturelles, daté du 25 juin 1932.

Cette conservation constitue à Madagascar un service spécial rattaché à celui des Eaux et Forêts et le conservateur est un officier forestier. Mais, il reçoit directives et instructions, pour tout ce qui concerne les questions scientifiques, du délégué spécial du Muséum National d'Histoire Naturelle.

*
* *

MM. Georges Carle et Jean Gattefossé ayant présenté cette étude au Congrès des Hautes Etudes Marocaines, tenu à Fès, du 18 au 20 avril, sur la proposition de ses auteurs, le Congrès (section de géographie et de biogéographie) adopta le vœu suivant :

I. — Considérant que le Maroc fait partie d'une des régions du globe les plus anciennement habitées par des populations essentiellement pastorales et que, de ce fait, sa végétation primitive et autochtone a été lentement dégradée ; que la limite même de cette dégradation semblait atteinte puisque la nécessité impérieuse des pâturages était devenue la cause principale des luttes entre les divers groupes humains qui l'occupent.

II. — Considérant que, par suite des circonstances économiques généralisées par l'après-guerre, la direction imprimée au développement du Maroc par la gestion européenne a été caractérisée par l'application de méthodes d'exploitation intensive des ressources naturelles, que se sont manifestées par l'aggravation rapide de la dégradation biologique (dédoumage de vastes superficies, création de nouveaux centres urbains, barrages hydrauliques et utilisation des eaux de la montagne, centre naturel d'expansion des indigènes, au profit de la plaine, extension des moyens de chasse, interpénétration de populations de caractères et d'intérêts différents, etc...).

III. — Considérant que non seulement les formations biologiques autochtones ont à peu près complètement disparu, mais que des éléments les plus caractéristiques de ces anciennes associations, plantes et animaux, aujourd'hui isolés et menacés, sont en voie d'extinction rapide et fatale ; que les disparitions enregistrées par la Préhistoire et l'Histoire de l'Afrique du Nord, ne tarderont pas à être suivies, sous nos yeux, d'extinctions d'espèces intéressantes.

IV. — Considérant que l'exploitation intensive des ressources du monde a provoqué, depuis quelques décades, chez l'homme civilisé, un reflexe de défense qui a conduit toutes

les nations et puissances colonisatrices à créer des réserves territoriales mises à l'abri de toute incursion de l'homme et de ses commensaux, les animaux domestiques.

V. — Considérant que c'est ainsi que cette idée, généralisation de l'instinct de conservation de l'espèce humaine et de son patrimoine, a provoqué la création au Etats-Unis du Parc National de Yellowstone dès 1872, puis de vastes et nombreuses réserves par la suite (19 parcs nationaux, 120 réserves et 140 monuments naturels réservés) ; dans toute l'Europe, de territoires réservés, diversement conçus et administrés, en Autriche, en Suède, en Suisse, en Angleterre, en Italie et en France (Parc National du Pelvoux et Réserve de Camargue) ; au Canada, de 17 parcs nationaux, totalisant 7 millions d'hectares ; qu'en Algérie, au Congo belge, dans toutes les colonies anglaises d'Afrique, en Argentine, en Australie, etc..., de vastes parcs et réserves ont été organisés ; que Madagascar, enfin, vient de réaliser 10 réserves modernes en tenant compte des enseignements du passé et de l'exemple des autres nations colonisatrices.

VI. — Considérant, d'autre part, que ces œuvres éparses dues à l'initiative de chaque Nation et organisées selon leur génie particulier, ont provoqué la tendance à une codification uniforme dont l'Union Internationale des Sciences Biologiques pour la Protection de la Nature a pris l'initiative et que, pour les pays d'influence française, le Muséum National d'Histoire Naturelle a pris pour tâche d'encourager et de favoriser la création de toute institution de conservation de la nature.

Le Congrès des Hautes Etudes Marocaines émet le vœu que soit poursuivie la création, au Maroc, de Réserves Naturelles (zoologiques et botaniques) et de Parcs Chérifiens choisis en application des principes suivants :

1° Délimitation, en vue d'une reconstitution approchée, des anciennes formations biologiques autochtones ou des formations les moins modifiées ;

2° Délimitation de formations modifiées caractérisées en voie d'évolution, en vue d'observer le processus de leur modification et leur tendance à l'admission d'espèces étrangères par introduction spontanée ou d'espèces nouvelles par formations d'endémiques ;

3° Choix, dans ces limites, de territoires susceptibles d'être affranchis de tous droits d'usage, fermés à la chasse et à la pêche, aux exploitations du sol et des minéraux, à la récolte des produits naturels.

Que ces Réserves créées par application des principes proposés facilitent les recherches scientifiques sur les territoires réservés et le développement des institutions qui pourraient être appelées à bénéficier de l'attrait touristique et sportif de ces parcs.

NOTES ET ACTUALITÉS

Mathématiques

Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (avril-mai 1933). — *Topologie. Mlle Margherita Piazzola-Beloch* appelle courbe topologique plane un ensemble fini de branches distinctes telles que ni toutes, ni une portion d'entre elles forment une courbe algébrique; les courbes topologiques d'ordre n qui rencontrent chaque courbe algébrique d'ordre $\nu(\geqslant n)$ en $n\nu$ points au plus seront dites quasi-algébriques. L'Auteur obtient diverses propriétés de ces courbes; par exemple : une courbe quasi-algébrique ne peut pas avoir plus de $n(n-3)/2$ points doubles; si elle est de genre p, elle ne peut avoir plus de p branches (son genre p a pour expression $\frac{(n-1)(n-2)}{2} - d$, d nombre de points doubles réels).

Théorie des groupes. 1. On tend à croire, aujourd'hui que tout groupe continu est un groupe de Lie (c'est-à-dire que les paramètres peuvent être choisis de telle sorte que leur loi de composition soit analytique). M. *Henri Cartan* montre que cet énoncé est exact pour les groupes continus de transformations pseudo-conformes (ces transformations ont pour images $z'_j = f_j(z_1,\ldots,z_p; u_1,\ldots,u_r)$ où les f sont analytiques en z et continues en u). L'Auteur énonce aussi d'autres résultats relatifs aux groupes non continus; il montre également qu'un groupe de transformations pseudo-conformes ne peut pas contenir de sous-groupes arbitrairement petits.

2. M. *D. van Dantzig* appelle groupe monobolique tout groupe topologique qui peut être obtenu en complétant un groupe qui est image univoque, continue et homomorphe du groupe additif des nombres réels. Il énonce quelques théorèmes qui permettent de classer tous les groupes monoboliques compacts. Ces groupes sont métrisables, la fonction de métrisation étant presque périodique.

3. Dans une seconde Note il envisage les groupes topologiques compacts et connexes les plus généraux.

Théorie des ensembles. 1. M. *Antoine Appert* étudie les espaces (V) où les voisinages ne sont soumis à aucune condition; et, à l'exemple de M. Fréchet et de M. Haratomi, il est amené à définir dans ces espaces, diverses notions de séparabilité.

2. Puis l'Auteur complète les résultats de sa Note de juin 1932 en étendant un certain nombre de propriétés des espaces abstraits les plus usuels (et en particulier des espaces accessibles) à diverses classes d'espaces plus généraux et d'une définition simple.

4. Supposons encore que l'espace soit tel que pour tout ensemble E, l'ensemble E+E' soit fermé : les propriétés des espaces admettent alors des simplifications qui sont particulièrement importantes dans certaines questions liées à la notion d'ensemble compact et au maximum d'une fonctionnelle semi-continue.

3. M. *Arnaud Danjoy* étudie les courbes rectifiables C. Quel sens géométrique convient-il de donner à la propriété d'additivité complète pour la mesure des ensembles sur C ? Et comment définir intrinsèquement le sens de parcours d'une courbe simple de Jordan ? L'Auteur annonce en outre que le théorème de l'intégrale de Cauchy est exact dès que C a une longueur quadratique nulle (au sens de sa dernière note), $f(z)$ étant holomorphe dans C et sur C. Suffirait-il que $f(z)$ soit continue et à dérivés bornés sur C (et holomorphe dans C) ?

Théorie des fonctions. 1. Soit $f(z)$ une fonction analytique régulière à l'intérieur d'un domaine connexe infini D, et telle que sur la frontière de D on ait $|f(z)|<\alpha<1$. Supposons que la section S_x de D par une parallèle à Oy d'abcisse x quelconque ait une longueur finie, bornée par $l(x)$. Posons

$$u(x,y) = \overset{+}{\log}\,|f(x+iy)|$$

$$\varphi(x) = \int_{S_x} u^2(x, y\,dy)$$

M. *Torsten Carleman* montre alors que

$$\varphi''(x) \geqslant \tfrac{1}{2}\frac{\varphi'^2(x)}{\varphi(x)} + \frac{2\pi^2}{l^2(x)}\varphi(x)$$

Cette formule, qui peut rendre les mêmes services que le théorème de M. Ahlfors, permet, par exemple, de démontrer très simplement l'hypothèse de M. Denjoy sur les valeurs asymptotiques des fonctions entières.

2. M. *Jean Carlos Vignaux* développe la théorie du produit de deux séries sommables en utilisant la méthode de sommation de M. Le Roy. Il retrouve ainsi notamment des résultats de M. Borel et de M. Hardy.

3. M. *E. Kogbetliantz* donne une expression approchée du polynome de Laguerre $L_n^{\alpha}(x)$ qui reste valable dans un intervalle comprenant toutes les racines de $L_n^{\alpha}(x)=0$. Il généralise ainsi des résultats établis par M. M. Plancherel et par M. Rotach dans le cas ($|\alpha|=1/2$) des polynomes d'Hermite.

4. M. *Chr. Fousiamis* généralise la formule de M. Borel

$$\mu\left(x+\frac{1}{\log\mu(x)}\right) < \mu(x)^{1+\varepsilon} \quad (\varepsilon>0)$$

valable pour toute fonction $\mu(n)$ positive indéfiniment croissante (sauf peut-être dans certains intervalles de longueur totale finie).

5. M. *Adolphe Lindenbaum* étudie les classes de fonctions qu'on obtient par superposition , $f[g(x)]$, et qu'on notera par K × L , K étant la famille des f, et L celle des g. Par exemple, si B_α est la famille des fonctions de Baire d'ordre ordinal α ($<\Omega$), on $B_\alpha \times B_\beta = B_{\alpha+\beta}$. Ces résultats, qui s'appliquent aussi aux fonctions semi-continues de M. Young, résolvent, en les généralisant, des problèmes étudiés par M. Lusin et par M. Sierpinski.

6. M. *Georges Valiron* étudie des classes étendues de fonctions entières n'admettant que deux directions de Borel d'ordre ρ divergent ; ces classes comprennent un grand nombre de fonctions construites naturellement. L'Auteur indique, des conditions suffisantes pour l'existence de cette propriété.

Analyse. 1. M. *Soula* donne des conditions nécessaires et suffisantes pour que l'équation

$$f(z) = \int_0^1 t^{z-1}\,h(t)\,dt$$

admette une solution $h(t)$ à variation bornée, ou encore de carré sommable.

2. Reprenant la méthode des faisceaux de transformations infinitésimales, qu'il avait appliquée déjà dans le cas non linéaire, M. *A. Tsortsis* l'emploie dans le cas des équations linéaires du second ordre à une fonction inconnue de n variables et à caractéristiques doubles. Cette méthode présente des particularités intéressantes au point de vue de l'intégration et des invariants.

3 et 9. M. *Jules Drach* étudie le problème, posé par M. Gambier, de la détermination des congruences de droites dont les développables touchent les surfaces focales suivant des géodésiques. Ce problème conduit à un système aux dérivées partielles du sixième ordre, suivi d'une équation de Laplace ; lorsque les géodésiques sont de longueur nulle, le problème peut être traité complètement. L'Auteur approfondit dans une seconde Note l'étude des équations du problème.

4. Mlle *Marie Charpentier* montre que si une courbe fermée possède au moins un bout premier identique à la courbe entière ; elle est formée d'un ou deux continus indécomposables.

5. M. *N. Botea* généralise des théorèmes de M. Pompeiu et de M. Montel sur la réciproque du théorème des accroissements finis pour les fonctions holomorphes.

6. MM. *W. Stepanoff* et *A. Tychonoff* étudient les espaces des fonctions presque périodiques f ; ce sont des espaces de groupes commutatifs compacts R-(f), et inversement.

7. M. *L. Pontrjagin* montre que parmi ces groupes R (f) il y a un groupe universel T. Puis il étudie le groupe des fréquences de $f \sim \Sigma A_k e^{2\pi i \lambda_k t}$, c'est-à-dire le groupe additif F (f) des nombres réels $\Sigma t_k \lambda_k$ (les t_k étant des entiers quelconques) ; chacun des groupes R et F est le groupe des caractères de l'autre. Les résultats obtenus permettent de limiter le nombre de fréquences linéairement indépendantes des solutions quasi-périodiques des équations différentielles.

8. M. *Jacques Devisme* étudie les propriétés d'invariance d'une expression différentielle qui est du 3e ordre par rapport à deux séries de variables et qui constitue l'élément d'aire généralisé dans la géométrie attachée à l'équation de M. P. Humbert. Il généralise aussi la notion de formule de Green (obtenu déjà par M. Liénard) et celle de problème de Dirichlet.

10. M. *André Fouillade* donne des conditions nécessaires et des conditions suffisantes de convergence de la suite des itérées de F_1, avec

$$F_1(P) = \int\int_{\Omega} F(M)\,d_M K(e, P)$$

où Ω est un domaine plan borné et où K (e, F) fait correspondre à chaque point P un système de masses positives de somme égale à 1.

11. Généralisant des problèmes étudiés par M. Villat, M. *Caius Jacob* détermine, par exemple, une fonction U+iV holomorphe dans une couronne circulaire et telle que U (ou bien U et V) vérifie des conditions linéaires presque partout sur les frontières.

12. Dans l'ordre d'idées où s'est placé M. Mazurkiewicz, MM. S. *Kierst* et *Szpihajn* montrent notamment que si G_1 est la classe des fonctions entières transformant tout ensemble non borné, connexe et disjoint d'une demi-droite arbitraire en un ensemble partout dense dans le plan, G_1 est à l'intérieur de l'ensemble des fonctions entières le complémentaire d'un ensemble de première catégorie (au sens de Baire)

Algèbre et Géométrie algébrique. Soit $\mathfrak{a}$ un idéal appartenant à un anneau de polynomes $K[x_1, \ldots, x_n]$; disons que $\mathfrak{a}$ possède un composant impropre s'il possède un composant primaire correspondant à l'idéal premier $(x_1, \ldots, x_n)$. Supposons alors que $\mathfrak{a}$ soit homogène (c'est-à-dire que le polynome formé de tous les termes de même degré d'un polynome de $\mathfrak{a}$ appartienne à $\mathfrak{a}$, et soit $\varphi(\mathfrak{a}, l)$ le nombre des formes de degré l, linéairement indépendantes contenues dans $\mathfrak{a}$; cela étant M. *P. Dubreil* montre que $\bar{\mathfrak{a}}$ étant l'idéal déduit de $\mathfrak{a}$ par annulation de x_1, on a $\varphi(\bar{\mathfrak{a}}, l) \leqslant \varphi(\mathfrak{a}, l) - \varphi(\mathfrak{a}, l-1)$; et la condition nécessaire et suffisante pour que l'égalité ait lieu que soit l est que $\mathfrak{a}$ n'admette pas de composant impropre.

Or, soient V_1, V_2 et W, deux variétés irréductibles et leur intersection ; $\mathfrak{p}$ étant l'idéal premier s'annulant sur V, l'idéal $(\mathfrak{p}_{v_1}, \mathfrak{p}_{v_2})$ n'est pas égal en général à l'idéal $\mathfrak{a}_w$ s'annulant sur W : il ne contient de celui-ci que les formes de degré assez élevé, et en diffère par un composant impropre. Cette circonstance, entrevue par M. Severi, est une des difficultés originelles de la géométrie algébrique ; elle accroît l'intérêt du théorème précité de M. Dubreil. Partant de là, l'Auteur est amené à classer les variétés algébriques en deux espèces différentes (suivant l'existence ou l'absence du composant impropre) ; cette classification le conduit à préciser, en quelques points importants le théorème de Noether.

Géométrie. 1. Précédemment M. *St. Golab* avait démontré que toute transformation conforme de l'espace de Finsler sur l'espace euclidien n'est possible que lorsque le premier espace est riemannien. Ce résultat avait été signalé antérieurement par M. Knebelman, mais sous des hypothèses différentes : pour ce dernier la conformité tirait son origine de la proportionnalité des longueurs d'arc, tandis que pour l'Auteur elle provient de l'égalité des angles.

2. M. *J. Mirguet* répond à une question posée par M. Bouligand : soit Ω l'ensemble des points d'une famille infinie de droites, Γ ; si en un point d'une génératrice D de Γ, Ω présente le caractère d'une surface à paratingent incomplet, un autre point de D peut-il être intérieur à Ω ? L'Auteur traite la question moyennant certaines hypothèses d'unicité et de continuité.

2. Une congruence de droites K étant donnée, il existe une infinité de congruences K' formant avec K un couple simplement stratifiable (au sens de M. Fubini).

M. *P. Vincensini* énonce les résultats qu'il a obtenus en cherchant à réaliser diverses configurations projectives à l'aide des rayons des congruences K' qui correspondent à un même rayon de K.

3. M. *V. Lalan* indique la condition que doit remplir une courbe pour qu'elle soit la développante affine de l'une ou l'autre de ses deux développées minima. Il cherche les courbes réelles jouissant de cette propriété : les courbes planes sont des développantes de cercle ; les autres ont un arc affine possédant certaines propriétés simples.

4. M. *B. Gambier* étudie le cas où une congruence de cercles possède constamment quatre foyers doubles dont chacun compte pour deux unités dans l'intersection d'un cercle et des deux cercles infiniment voisins qui le coupent ; les cercles osculateurs aux lignes de courbure $u = \text{Cte}$ d'une focale sont osculateurs aux lignes $v = \text{Cte}$ de la seconde focale. Ses résultats se rattachent à ceux de M. Drach (voir plus haut, *Analyse* 3 et 9) et de M. Finikoff. L'Auteur montre comment on peut ramener le problème à l'intégration d'un système différentiel du 4e ordre dont on possède une intégrale première.

6. M. *Lucien Chamard* étudie le paratingent en un point non isolé de l'ensemble ρ-distant d'un ensemble ponctuel. Il suppose actuellement que le point appartienne à la frontière intérieure.

7. M. *G. Ehresmann* appelle espace localement projectif une variété topologique sur laquelle est défini un système de courbes, appelées géodésiques, tel qu'il existe une représentation topologique d'un voisinage de chaque point sur un voisinage de l'espace projectif, représentation dans laquelle les segments de géodésiques ont pour images des segments de droite. Il montre alors que les espaces localement projectifs et à groupe de Poincaré fini sont équivalents aux espaces de Riemann à courbure constante positive. Le raisonnement, qui s'inspire des résultats de M. Cartan, s'applique d'ailleurs aux espaces localement homogène, dont la structure est caractérisée par un pseudo-groupe de Lie.

8. Par une voie purement géométrique M. *Léon Pomey* montre comment on peut construire un réseau de courbes découpant sur une conique une involution cubique dont trois triades sont données ; puis il indique comment on peut construire leurs points doubles.

Géométrie différentielle. 1. M. *Paul Mentré* obtient une déformation projective de complexes Γ, engendrés par une congruence linéaire dont les directrices décrivent deux faisceaux plans sans droite commune. Cette déformation dépend d'une fonction arbitraire , F (V). Pour $F(V) = K/V^2$ on trouve un complexe tétraédral.

2. M. *Paul Delens* étudie certains problèmes relatifs aux espaces de Finsler, et notamment celui de leur représentation conforme pour n quelconque. Dans le cas de $n=2$ et sous les hypothèses plus générales que celles de M. Golab, il montre que deux éléments linéaires projectifs arbitraires admettent une représentation conforme l'un sur l'autre.

Géométrie infinitésimale. Etant données deux fonctions $R(u,v)$, $R'(u,v)$ existe-t-il des surfaces S dont les paramètres des lignes de courbure sont u et v et dont les rayons de courbure sont $R(u,v)$ *et* $R'(u,v)$? Tel est le problème que résout M. *Serge Finikoff*. Il montre que, le cas des surfaces moulures mis à part, et une surface S étant donnée, il peut exister soit o, soit ∞^n $(n=1,2,3)$ autres surfaces répondant au problème.

Mécanique. 1. M. *Saintillan* signale une expression géométrique du moment résultant des forces centrifuges composées d'un système quelconque rapporté à des axes relatifs. Cette expression est une somme de forces et de couples dont l'un, notamment, est mis en jeu par la déformation de l'ellipsoïde central d'inertie.

2. M. *H. Pailloux* étudie le problème des percussions dans les fils. Tout revient au choix d'une intégrale particulière d'une certaine équation différentielle du second ordre. Il n'y a aucune difficulté lorsque les deux extrémités restent libres après le choc ; mais la fixation d'une des extrémités soulève certains paradoxes que l'Auteur discute à l'aide d'un passage à la limite.

3. M. *Léon Lecornu* étudie les propriétés géométriques des surfaces funiculaires, c'est-à-dire des surfaces avec lesquelles coïncide un réseau plan, à mailles carrées et infiniment petites, composé de fils flexibles et inextensibles noués entre eux et soumis chacun à des forces extérieures de l'ordre de l'élément linéaire. Puis, il envisage le cas où les forces extérieures sont réparties sur le contour.

Mécanique analytique. Lorsque la fonction H de Hamilton d'un système canonique est indépendante du temps et du type de Stäckel, on peut obtenir sous certaines conditions des mouvements multipériodiques, au sens de M. Husson. M. *Giovanni Lampariello* généralise ce résultat en remplaçant l'hypothèse de la séparation des variables par une autre, de nature géométrique.

Hydrodynamique. M. *G. D. Mattioli* étudie la turbulence des régimes visqueux dans un canal; il en donne une théorie complètement dynamique ,en s'appuyant sur une représentation de Prandtl, et en définissant la vitesse locale par un procédé statistique; de plus la masse fluide est décomposée partiellement en éléments très petits mais finis, caractérisés chacun par leur quantité de mouvements et leur moment cinétique.

Mécanique des fluides. 1. Précédemment M. *Florin Vasilesco* avait analysé certains mouvements avec sillage à trois dimensions; or, la méthode qu'il avait employée suppose seulement que le mouvement est le même dans tout demi-plan passant par une droite parallèle à la vitesse à l'infini; elle s'applique à divers cas importants en pratique. L'Auteur prend comme exemple le mouvement avec sillage d'un anneau.

2. M. *A. Gay* étudie le problème des vagues permanentes dans un canal circulaire de section quelconque. En utilisant la représentation conforme de Lichtenstein, il obtient le potentiel des vitesses par la résolution d'une équation homogène de Fredholm.

Elasticité. 1. Dans le cas où les forces appliquées à un solide plan sont massiques, les fonctions d'Airy ne sont plus utilisables et le calcul des tensions dépend de celui des déplacements où interviennent des coefficients d'élasticité. M. *Robert L'Hermite* montre comment on peut résoudre le cas de la force massique appliqué à un élément de volume infiniment petit au centre d'un tympan indéfini. La méthode s'applique au tympan rectangulaire comme au tympan limité par deux droites parallèles.

2. Dans ses études sur les assemblages soudés, M. Hoehn a mis en évidence, expérimentalement, des déplacements relatifs qui engendrent dans les soudures des fatigues de cisaillement; cet Auteur admettait que la loi de croissance des fatigues est du type linéaire. M. *Edouard Callandreau* soumet la question au calcul et obtient une représentation des fatigues à l'aide de fonctions hyperboliques.

Cinématique appliquée. Précédemment M. *F.-E. Myard* avait démontré qu'entre deux axes de positions relatives et successives absolument quelconques dans l'espace, on peut toujours assurer une liaison réciproque et continue de rotations au moyen d'un système plan de deux couples rotoïdes. L'Auteur montre actuellement qu'on peut encore assurer une liaison du même type au moyen d'un système gauche de deux couples rotoïdes établis en conséquence.

Calcul grapho-mécanique. M. *F.-E. Myard* indique le principe d'un appareil intégrateur qui permet de mesurer des aires appartenant à des surfaces quelconques.

Théorie des espaces de Riemann. MM. *Delsarte et Racine* étudient le dS^2 du type $ds^2+\varphi^2 d\theta^2$ obtenu récemment par M. Delsarte pour la théorie de relativité. La fonction φ doit satisfaire à sept équations du second ordre que l'on peut ramener à six équations du premier ordre. Si l'on suppose que dans un espace convenablement choisi les variétés $\varphi=$ Cte soient géodésiquement parallèles, on peut achever cl'intégration et l'on obtient un dS^2 statique et un dS^2 à *symétrie axiale.*

Physique générale. M. *Emile Sevin* définit une double représentation rectorielle qui englobe la doctrine de Fresnel et celle de Maxwell. Dans cette représentation, les vibrations électromagnétiques sont constituées par de véritables courants électriques, tourbillonnaires, et par suite accompagnés de champs magnétiques comportant aussi un double aspect.

Calcul des probabilités. 1. Soit $y_0, y_1, \ldots, y_n, \ldots$ une succession de variables liées par la relation.

$$y_{n+1} - y_n = \lambda\, \varphi_n(y_n, \alpha_n) + \lambda^2 f_n(y_n, \alpha_n),$$

où les α_n sont des variables aléatoires indépendantes satisfaisant à une loi de probabilité donnée. Soit $t=n\lambda^2$. Si y_0 satisfait à une loi donnée, y_n satisfera à la loi $p^n(y_n$ (moyennant certaines conditions) et, λ tendant vers o. $p_n(y)$ tendra vers une loi $p(y,t)$ qui satisfera à l'équation différentielle de *Fokker-Plank.* Mais comme l'indique M. *Serge Bernstein,* il existe des cas simples et assez fréquents où cette loi-limite n'existe pas.

2. M. *E.-J. Gumbel* représente une répartition $w(x)$ $(x>0)$ ayant un maximum et un seul pour $x=\zeta$ en la considérant comme une partie d'une distribution de Gauss convenablement choisie. Il indique aussi un procédé fondé sur la méthode des moments.

3. Suivant une définition de M. Borel, le problème général de la statistique mathématique peut être ramené à celui de la définition d'une série d'urnes où les tirages reproduisent avec une très grande vraisemblance les résultats des observations. M. *Alfred Guldberg* indique les critères qu'une table de corrélation doit remplir pour être représentée par la loi de Bernoulli à deux variables, par la loi de corrélation normale et par la loi de Poisson à deux variables.

René Garnier.

Physique du Globe

La Stratosphère. — Depuis les expériences du Professeur Piccard, l'étude de la stratosphère est à l'ordre du jour. Résumons rapidement, d'après M. Wehrlé (1), l'état de nos connaissances sur la haute atmosphère et l'influence des conditions météorologiques et physiques qui y règnent sur la navigation aérienne.

Température, pression et densité. — La stratosphère ne se signale que par un changement brusque dans la loi de variation de la température avec l'altitude. Au lieu de continuer à décroître linéairement, la température devient sensiblement constante, la tropopause franchit. Ce qui ne veut pas dire, comme on l'a écrit à tort, que la haute atmosphère est isotherme.

1°) La température oscille de 2° à 3° autour de la valeur moyenne et avec une fréquence beaucoup plus grande que dans les basses couches.

2°) La hauteur de la tropopause (limite inférieure de la stratosphère) varie beaucoup, ainsi que sa température, en un même lieu avec le temps.

3°) Ces mêmes éléments varient beaucoup avec la situation géographique. A l'équateur, la troposphère a une

(1) *La Météorologie* de janvier-février 1933.

épaisseur d'environ 17 kilomètres, ce qui conduit à une température de —85° pour les couches supérieures. Dans nos régions, on trouve 11 kms et —56°, et au pôle 4 à 7 kms et environ —50°. Ainsi, à une vingtaine de kilomètres au-dessus du sol, la situation est inverse de celle de la surface du globe, les pôles sont plus chauds (relativement...) que l'équateur.

On a tenté d'expliquer ces faits, d'une façon un peu simpliste, par la prédominance de l'équilibre radiatif dans la stratosphère (ce qui correspond à environ —54°, dans nos régions) et de l'équilibre par conduction dans les basses couches où d'après la théorie de Fourier, la température doit bien décroitre linéairement entre les deux parois isothermes que sont le sol et la tropopause. Aux très hautes altitudes, l'existence de l'ozone doit complètement bouleverser ces résultats et amener un réchauffement notable.

La température relativement plus haute dans la stratosphère que ne l'indiquerait la loi de décroissance linéaire, produit logiquement une pression et une densité supérieure à celles calculées par extrapolation de la loi troposphérique (à 30 kilomètres, la pression est double, et la densité supérieure de 15 o/o).

Vents. — Sans insister sur le peu de renseignements certains sur le régime des vents, voyons quelles sont les opinions actuelles sur ce sujet. Dans nos régions, contrairement, à ce qui se passe dans la basse atmosphère, les vents d'ouest, d'environ 10 mètres-seconde décroissent avec l'altitude; à l'équateur, par contre, nous avons des vents d'est croissants, avec une vitesse de l'ordre de 35 m/sec. Störmer signale des vents de 75 m/sec.

La turbulence n'a pas l'ampleur de celle des basses couches, mais si l'isothermie générale interdit les courants verticaux de grande amplitude, les oscillations rapides constatées dans les relevés de température doivent correspondre à des mouvements très rapides.

Nuages et visibilité. — L'humidité décroit très vite avec l'altitude et les nuages se raréfient. On ne connait guère que des cirrus équatoriaux à 20 kilomètres, et les nuages irisés de Störmer à 25, 30 kilomètres, dans les régions à föhn. La nébulosité ne saurait en aucun cas constituer un obstacle pour le vol. Quant aux poussières, elles sont susceptibles de gagner la stratosphère (éruption du Krakatoa de 1883), mais sans gêner beaucoup.

Perturbations. — Elles existent certainement, mais on ne connaît guère leur histoire. Par analogie avec la troposphère (et quelques indices justifient cette manière de voir), on est conduit à admettre l'existence d'un front équatorial stratosphérique, homologue du front polaire troposphérique. Les régions tropicales seraient le domaine des vastes perturbations, et des calottes polaires des cyclones. Mais il faut reconnaître que ces théories sont assez hasardées. Quant aux relations entre les perturbations de la basse et de la haute atmosphère, elles sont encore du domaine de l'hypothèse.

Conséquences aéronautiques des propriétés de la stratosphère. — Afin de pouvoir alimenter le moteur, il faudra avoir recours aux compresseurs. L'avion devra comporter une hélice à pas variable. Mais il semble bien que lorsque les constructeurs comptent, avec ces modifications nécessaires, atteindre 500 kilomètres à l'heure, ils sont trop optimistes. La théorie élémentaire de la résistance de l'air ne peut être légitimement étendue aux faibles pressions stratosphériques, elle admet comme voisins de l'unité des coefficients, tel que le nombre de Bairstow qui aura au plus la valeur 1/2.

Le refroidissement du moteur se fera par l'air ou par un liquide incongelable. Les canalisations d'eau, d'essence et d'huile devront être maintenues à la pression atmosphérique pour éviter l'évaporation intense.

Quant à la cabine du pilote, il faudra y entretenir la pression et la réchauffer puissamment. Le problème est en effet, très différent de celui posé par la nacelle du Professeur Piccard, un ballon est, en première approximation, sans mouvement par rapport aux couches d'air voisines, la conductibilité intervient peu et la température du ballon s'établit par équilibre radiatif, au contraire, l'avion brasse une quantité formidable de fluide et sa température tendra vers —55°.

Nous avons vu que les conditions atmosphériques, proprement dites sont bonnes au point de vue visibilité et nébulosité, mais mauvaises pour le vent et la turbulence. La protection météorologique est à l'heure actuelle impossible et, il faut souhaiter que les efforts du Commandant Bureau, de l'Office National Météorologique pour faire des sondages par T. S. F. soient couronnés de succès.

En somme une chose est certaine, bien que nous connaissions mal la stratosphère, l'espoir d'y voler à une allure de record, dans une transquilité parfaite est beaucoup trop optimiste.

CH. F.

Chimie

Le bromure d'ammonium comme ignifugeant. — D'après une intéressante étude publiée par la *Revue des Produits Chimiques* du 15 juin, le bromure d'ammonium constitue un puissant moyen d'ignifugation pour le papier, les étoffes, le bois, etc.

Le Dr Eicheingrün a découvert également que ce produit est un extincteur efficace.

Pour ignifuger les tissus, il incorpore au bromure d'ammonium un peu de phosphate d'ammonium, du chlorure de magnésium, de la glycérine, de l'acide lactique en proportions mesurées pour conserver à la fibre son élasticité.

Le mélange ignifuge à base de bromure d'ammonium porte le nom de *celllon*. Des brevets ont été pris, relatifs à divers mélanges et plusieurs applications.

On a réalisé l'ignifugation des combles de l'Opéra de Berlin par ce procédé : le mélange ignifuge a été appliqué au moyen du pistolet pneumatique.

Un autre avantage intéressant du cellon pour l'ignifugation des charpentes, est son efficacité contre les bombes incendiaires : les charpentes ainsi traitées peuvent se carboniser lentement, mais sans incendie avec flammes. Ce procédé est d'autant plus utile que les bombes incendiaires ne peuvent pas être éteintes par de l'eau. Une autre application très utile est l'ignifugation des planchers des voitures.

Une feuille de papier est ignifugée lorsqu'elle a été plongée dans une solution de 5 o/o de bromure d'ammonium.

D'excellents mélanges ignifugeants sont obtenus au moyen du bromure d'ammonium mélangé aux produits de condensation de l'urée et de l'aldéhyde formique.

L. R.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

Les problèmes de la propulsion électrique. — L'application de l'électricité à la propulsion des navires, demeurée pendant longtemps cantonnée dans le seul domaine, de la navigation sous-marine, n'a commencé à se développer pour les bâtiments de surface que vers 1924. Partie des Etats-Unis, l'initiative a abouti très rapidement à des résultats suffisamment probants pour intéresser à son essor l'industrie navale du monde entier.

Comme il est arrivé pour d'autres grands courants de réalisation, caractéristiques de l'époque actuelle, la propulsion électrique ne tendait nullement à la conception d'un système privilégié, destiné à supplanter à plus ou moins bref délai les dispositifs aujourd'hui en faveur. Pas plus que le moteur Diesel ne devait « tuer » la turbine à vapeur, pas plus que cette dernière n'a éliminé la machine alternative, la propulsion électrique ne saurait prétendre à une hégémonie, dont l'idée serait d'ailleurs en contradiction avec les tendances les plus évidentes de l'industrie mécanique.

A chaque cas, sa solution : tel parait bien être le principe qui domine aujourd'hui toutes les conceptions de l'art naval. Dispendieuse, inadéquate pour telle série de cas, la solution électrique permettra au contraire de réaliser telle autre espèce de programme avec le maximum de souplesse, de précision et avec le rendement d'ensemble le plus favorable.

Parmi bien d'autres problèmes, la propulsion électrique est donc venue à son tour poser le sien, ou pour dire plus exactement, les siens. Car, même dans les conjonctures auxquelles l'électricité paraît devoir le plus exactement s'adapter, nous ne nous trouvons en présence ni d'une solution unique, ni d'une conception susceptible de convenir *ne varietur* à la généralité des cas. D'autre part, les modalités caractéristiques des principales conceptions aujourd'hui arrêtées, sont susceptibles de se transformer du tout au tout en fonction de l'évolution de l'industrie électrique elle-même.

On peut distinguer, en premier lieu, deux grandes catégories de cas, selon qu'il s'agit de grands ou de petits navires. Pour les premiers, la situation technique est bien tranchée : la puissance motrice est relativement élevée et la propulsion doit absorber la presque totalité de l'énergie produite à bord. C'est le cas des paquebots, grands ou même moyens, pour lesquels la solution turbo-électrique (constituée par des groupes turbine-alternateur) est actuellement la plus adoptée. C'est, on le sait, un système de ce type, réalisant l'énorme puissance de 160 000 CV, qui assurera la propulsion du paquebot géant déjà si célèbre *Normandie*.

Pour la catégorie des petits navires, à laquelle on peut rattacher du point de vue qui nous occupe celle des cargos moyens et encore des pétroliers, les constructeurs ont plutôt préféré la solution Diesel-électrique, avec utilisation du courant continu. Ce n'est pas que l'emploi du Diesel comme moteur thermique doive faire écarter par principe l'usage du courant alternatif; aussi bien des combinaisons intéressantes ont-elles été étudiées dans ce dernier ordre de conception et il existe quelques bonnes installations en courant alternatif, qui correspondent d'ailleurs à des circonstances d'utilisation qui impliquent l'obtention d'un rendement élevé. Les installations en continu présentent une certaine infériorité de rendement, mais par contre offrent des avantages de souplesse qui les ont fait, jusqu'à présent, préférer dans la plupart des cas. Il s'agit ici de petits navires, à destination plus ou moins spéciale, dont la puissance motrice totale n'est pas élevée et pour lesquels le service des auxiliaires ou des appareillages spéciaux absorbe une fraction de cette puissance relativement importante, par rapport à celle qui revient à la propulsion proprement dite.

Il importe, à ce sujet, de bien considérer que, si la propulsion électrique des grands navires n'intéresse somme toute que quelques unités des grands lignes, l'application aux petits navires de servitude constitue, au contraire, dès à présent et pour tous les pays, des possibilités de réalisation très avantageuses et pareillement très étendues. Or, ici plus encore qu'ailleurs, l'électricité paraît, grâce à la variété des couplages et des combinaisons qu'elle autorise, se prêter aisément à la multiplicité de besoins qui caractérise ce genre d'application.

J'ai décrit, dans des notes précédentes, quelques cas récents, réalisés en France, en particulier le bateau-pompe *Alerte* et le baliseur *Georges-de-Joly*. A ces deux catégories de bateaux de service, on en joindra d'autres, ainsi celles des grues flottantes automotrices et des bateaux-dragues, pour lesquelles l'électricité produite par un même groupe alimente des appareils de nature très différente.

Les remorqueurs posent encore une difficulté intéressante. Ces navires doivent développer le maximum de leur effort de traction à vitesse réduite, c'est-à-dire alors que les hélices travaillent avec un fort glissement. L'obtention d'un rendement élevé est liée à la possibilité de maintenir constante la puissance utilisée, quelle que soit la charge sur la remorque. Il faut, pour cela, que le couple exercé sur l'hélice puisse être augmenté lorsque la vitesse diminue; l'électricité permet de réaliser très simplement cette condition, par le renforcement de l'excitation du moteur d'hélice.

Une autre application, qui comporte un intérêt d'avenir considérable, concerne les chalutiers de grande pêche. L'électricité se prête également bien à la propulsion et à la manœuvre du treuil de chalut, laquelle exige beaucoup de souplesse. C'est même cette exigence spéciale qui a fait écarter dans bien des cas l'emploi du Diesel à commande directe pour le treuil.

On comprendra que chacune des installations en projet, implique une étude serrée, étant donnée que des combinaisons assez différentes peuvent être mises en balance, selon la particularité des conditions.

Pour les installations de petits navires à services multiples, établies en continu, l'exigence la plus essentielle à formuler est celle d'une souplesse de fonctionnement aussi grande que possible; c'est d'ailleurs là le nœud central de toute la question et le succès que commence à connaître la propulsion électrique est dû aux progrès qui ont été accomplis dans la conception des distributions. Le système le plus employé est le *Ward Léonard*, qui permet, grâce à l'emploi d'une tension d'alimentation asservie à l'intensité, d'éviter les résistances de protection. Ce système convient tout particulièrement à la conduite électrique des treuils et appareils de force. D'autres systèmes réalisent des conditions analogues; d'une façon générale, le problème consiste à rechercher les avantages qu'assurait la vapeur, tout en conservant ceux de la distribution sous tension constante des premières installations. On y

parvient par des combinaisons de couplage, parmi lesquelles, il faut encore citer celle qui réalise la distribution dite à intensité constante.

En résumé, on peut considérer que la transmission électrique a pour premier avantage, de même que les autres systèmes hydrauliques ou mécaniques de transmission, de permettre l'utilisation à plein rendement d'appareils générateurs de puissance tels que les turbines ou Diesel à allure rapide, fonctionnant dans des conditions analogues à celles des centrales industrielles. En outre, l'électricité apporte l'avantage propre, qui dans bien des cas acquiert une importance prépondérante, de se prêter à des combinaisons multiples, à des couplages complexes qui portent au plus haut point les facilités d'aménagement intérieur, de commande à distance, de souplesse de manœuvre, susceptibles d'améliorer l'utilisation des navires et d'accroître la valeur économique de ceux-ci.

LOUIS BASSO.

Mines

Une mine de tungstène dans l'Allier. — Les filons quartzeux traversant le massif de granulite d'Echassière, sont mouchetés de cassitérite SnO^2 et de wolfram (Mn,Fe) WO^4. En 1917, la guerre ayant amené une consommation formidable d'aciers spéciaux, on a accordé la concession des Montmins, où le minerai donnait 6 à 10 % d'acide tungstique. Les travaux d'exploitation, actifs jusqu'en 1921, furent repris en 1925, sans succès par suite d'une mauvaise orientation des travaux (*Génie civil*, février 1933).

Il semble bien, cependant, que les filons pourraient donner de bons résultats mais à condition de réunir dans la même main les exploitations de la région, car on trouve des traces d'étain et de wolfram dans toutes les carrières de kaolin et jusqu'aux carrières de Nades situées à deux kilomètres au sud du massif en question où, de 1836 à 1837, et de 1913 à 1914, avait été exploité un filon quartzeux antimonieux de 1 à 1 m. 20 d'ouverture.

Le wolfram domine dans tous ces gisements mais on y trouve aussi de petites quantités de scheelite ou tungstate de calcium.

CH. F.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 septembre 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *L. Tchakaloff* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur un problème du minimum concernant une certaine classe de polynomes.**

ANALYSIS SITUS. — *A. Denjoy* (prés. par M. Emile Borel). — **Sur les continus cycliques plans.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *A. Ratib* (transm. par M. Henri Villat). — **Sur une propriété du tourbillon dans le mouvement plan permanent d'un fluide visqueux incompressible.**

— *W. Jardetzky* (transm. par M. H. Villat). — **Sur les petites oscillations d'une masse fluide isolée dans l'espace.**

ASTRONOMIE. — *B. Jekhowsky* (transm. par M. E. Esclangon). — **Sur le nombre probable d'astéroïdes que l'on peut découvrir avec les moyens actuels d'observation.**

SPECTROSCOPIE. — *L. Médard* (transm. par M. Ch. Fabry). — **L'effet Raman de l'acide sulfurique.**

Divers auteurs utilisant, pour l'étude de l'effet Raman, l'acide le plus pur du commerce, ont signalé qu'il était fluorescent à un degré variable, sous la lumière de l'arc à mercure. M. Médard a constaté qu'on supprimait la fluorescence en le chauffant longuement vers 150° avec une très petite quantité de MnO^4K. Il a préparé un acide rigoureusement pur et anhydre à 100 p. 100 (SO^4H^2 réel) dont il a étudié le spectre qui se différencie de celui de l'acide à 96 p. 100 étudié par les autres auteurs.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *G. Claude.* — **Sur la réalisation prochaine d'une usine Claude-Boucherot sur bateau.**

Dans cette Note, l'auteur expose son projet d'installation d'une usine flottante sur un cargo de 10.000 tonnes. Il en montre les nombreux avantages sur une usine à terre. Ce projet sera réalisée sur la *Tunisie*, actuellement à Dunkerque en vue de son aménagement comme station flottante dont la puissance a été volontairement limitée à 1.800 kilowats utiles.

CHIMIE MINÉRALE. — *H. Wunschendorff* et *P. Valier* (prés. par M. A. Desgrez). — **Réaction du chromate de potassium sur le chlorure de manganèse en solutions saturées.**

En suivant la méthode indiquée par l'auteur, on obtient : 1°) des cristaux prismatiques rouges rubis solubles dans l'eau et répondant à la formule $MnCr^2O^7$;

2°) Un précipité non amorphe, insoluble (qui reste sur le filtre), et qui correspond à un manganite de chrome $Cr^2 (MnO^3)^3$.

L. FRANCHET.

MÉTÉORITES. — *A. Lacroix.* — **Sur une chute de météorite survenue au Cambodge.**

Bloc de 7 kg. 800, dont la croûte recouvre de nombreux piézoglyptes. La masse a une texture bréchiforme. Chondrite du groupe pliosidérifère, polychondritique.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *G. Blanc* et *L.-A. Martin* (prés. par M Roux). — **Sensibilité du lapin et de l'homme au virus de la stomatite des Ovins.**

Avec un virus isolé du mouton, on a pu infecter le chien, le singe (*Macacus sylvanus*) et l'homme. Ce fait, rapproché des faits déjà connus, permet de considérer le virus de la stomatite des ovins comme apparenté à celui de la vaccine, quoique bien différent ; il forme avec elle un groupe naturel de varioles qui ne sont pas très strictement spécifiques.

M. MASCRÉ.

Séance du 11 septembre 1933.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *A. Demoulin.* — **Sur une extension de la notion de transformation conforme aux espaces d'ordre supérieur à deux.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *H. Deslandres.* — **Sur certaines régularités qui apparaissent dans la succession des phénomènes solaires.**

L'auteur s'est limité aux facules, les taches pouvant être considérées comme une addition à certaines facules. La longitude adoptée pour elles est celle de leur milieu dans le sens Est-Ouest. Un tableau indique les résultats obtenus.

CATALYSE. — *E. Audibert* et *A. Raineau* (prés. par M. Charpy). — **Sur l'état physique des catalyseurs solides.**

De cette étude, il se dégage la conclusion suivante : pour qu'un corps pur à l'état solide manifeste une activité catalytique, il est nécessaire que son réseau cristallin présente localement des irrégularités, essentiellement caractérisées par une dilatation de la maille.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Volmar* et *Duquénois* (prés. par M. Delépine). — **Sur les conditions de fixation SbO^2H par quelques monoacides-monoalcools.**

Les auteurs ont recherché quelle était l'influence sur la fixation de SbO^2H, de la nature de la fonction alcool et de sa position par rapport au carboxyle. L'étude a porté sur les acides glycolique, lactique, hydracrylique, α-oxybutyrique, β-oxybutyrique, γ-oxybutyrique, α-oxysobutyrique, α-méthyl-β-hydracrylique.

L. Franchet.

PALÉOBOTANIQUE. — *P. Corsin* (prés. par M. Barrois). — **La flore dévonienne de Caffiers (Bas-Boulonnais).**

Les grès et argiles de Caffiers renferment : *Aneurophyton germanicum* Kräusel et Weyland, *Hyenia elegans* Kräusel et Weyland, *Thursophyton* sp. et quelques pinnules qui peuvent être rapportées à un *Archæopteris*. Sa flore montre des affinités remarquables avec celle des gisements d'âge givétien connus en Allemagne et en Belgique.

EMBRYOGÉNIE. — *P. Wintrebert* (prés. par M. Gravier). — **La mécanique embryonnaire des Amphibiens, considérée, d'une manière épigénétique, comme un enchaînement de structures et de fonctions transitoires.**

L'évolution des états constitutionnels de l'œuf de Discoglosse permet de concevoir la mécanique embryonnaire des Amphibiens d'une manière purement objective et épigénétique et de rejeter la théorie presque universellement admise de la mosaïque ou des localisations germinales prédéterminées. Les fonctions de maturation, d'attraction gamétique, d'activation, d'épuration, de régulation, d'initiation mitogénétique ordonnée, d'organisation, sont des moments physiologiques différents, successifs et transitoires de l'œuf en développement. Chacune d'elles est l'expression d'une structure particulière, où ne s'inscrit, à l'avance, aucun territoire organo-formateur prédestiné et traduit un mode actuel d'action qui, par son caractère général, assure l'unité de l'ontogénèse.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — MM. G. Charpy, P. Janet, M. Brillouin, Ch. Fabry, J. Rey sont désignés pour représenter l'Académie au Cinquantenaire de la Société française des Electriciens.

Institut d'Urbanisme. — L'Institut d'Urbanisme de l'Université de Paris dispense un enseignement qui a pour but de contribuer à la construction, à l'embellissement et à l'administration des Villes. La durée de son enseignement, non compris la préparation d'un mémoire, est de deux années. Le succès aux épreuves de fin d'études donne droit à un diplôme d'études spéciales d'urbanisme délivré au nom de l'Université de Paris.

A cet Institut d'Urbanisme est annexé l'Ecole Nationale d'administration Municipale qui est à la fois une section préparatoire à l'enseignement de l'Institut proprement dit, une section de perfectionnement administratif pour les agents communaux ou départementaux et une section de préparation aux emplois de secrétaire ou d'employé de mairie et de rédacteur des Préfectures de Province.

L'Enseignement de l'Ecole Nationale d'administration, qui peut être suivi *par correspondance;* par les étudiants des départements autres que la Seine, permet également l'obtention d'un certificat ou diplôme délivré au nom de l'Université de Paris.

Les inscriptions aux cours de l'Institut ou de l'Ecole pour 1933-34 seront reçues du 22 octobre au 10 novembre 1933 inclusivement.

Pour renseignements, s'adresser au secrétariat de l'Institut d'Urbanisme, 3, rue Michelet, Paris (6e), de 14 à 19 heures.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — Année scolaire 1933-1934 (*Premier semestre*).

Géométrie supérieure. — M. Cartan, Professeur, traitera des espaces métriques liés au calcul des variations, les jeudis, à 10 h. 1/2, et les samedis, à 9 heures (Amphithéâtre Darboux, Institut H. Poincaré, 11, rue Pierre-Curie).

M. Thybaut, Chargé d'un Cours complémentaire, dirigera les travaux pratiques, les jeudis, à 14 heures (Institut Henri Poincaré).

Calcul différentiel et calcul intégral. — M. Arnaud Denjoy, Professeur, traitera du calcul différentiel, du calcul intégral et des équations différentielles à variables réelles, les mardis et mercredis, à 15 h. 3/4) Amphithéâtre Hermite, Institut Henri Poincaré).

M. Arnaud Denjoy, Professeur, traitera des principes de l'Analysis Situs plane, les mardis, à 10 h. 3/4 (Institut H. Poincaré, Amphithéâtre Darboux). Conférence étrangère au certificat.

M. René Garnier, Professeur, traitera de la théorie des fonctions analytiques et des théorèmes d'existence pour les équations différentielles et les équations aux dérivées partielles, les lundis à 9 heures (Amphithéâtre Hermite, Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre-Curie).

M. René Garnier, Professeur, exposera en vue du Certificat diverses théories préliminaires d'Algèbre et de Géométrie, le lundi, à 10 h. 1/2 (Amphithéâtre Hermite, Institut H. Poincaré).

Application de l'analyse a la géométrie. — M. René Garnier, Professeur. — Préparation au Certificat de calcul différentiel et de calcul intégral. — Applications géométriques de l'analyse, les mardis, à 14 h. 1/2 (Amphithéâtre Hermite, Institut Henri Poincaré).

Mécanique rationnelle. — M. Montel, Professeur. — M. René Garnier, Professeur, traitera de la Cinématique, les lundis, à 16 heures (Amphithéâtre Hermite, Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre-Curie).

M. Jean Chazy, Chargé de Cours, traitera de la Dynamique et de la Statique, les mardis et vendredis, à 9 heures (Amphithéâtre Hermite, 11, rue Pierre-Curie).

M. E. Cahen, Chargé de Conférences, fera des conférences de Mécanique rationnelle, le samedi, à 9 heures (Amphithéâtre Hermite, Institut H. Poincaré).

Mathématiques générales préparatoires aux sciences physiques. — M. Fréchet, Professeur; M. Valiron, Chargé de Cours, exposera la première partie du Cours de Mathématiques générales, les lundis et mardis, à 17 h. 1/2, Institut de Chimie, 11, rue Pierre-Curie.

M. Le Roy, Chargé de Conférences, fera des conférences de Mécanique, les mercredis, à 17 h. 1/2, 11, rue Pierre-Curie.

MM. E. Cahen et Michel, Chargés de Conférences, dirigeront les travaux pratiques les jeudis, à 17 h. 1/2, Amphithéâtre Cauchy.

Calcul des probabilités et physique mathématique. — M. Emile Borel, Professeur, traitera de la théorie des Probabilités et de ses applications, les mercredis et les vendredis, à 11 heures (Amphithéâtre Darboux, Institut H. Poincaré, 11, rue Pierre-Curie).

M. G. Darmois, Professeur, traitera les mardis, à 14 h. 1/4, et les mercredis, à 17 h. 1/2 (Amphithéâtre Darboux, Institut Henri Poincaré, 11, rue Pierre-Curie) : Calcul des probabilités et représentation des lois statistiques.

Il dirigera des travaux pratiques, à l'Institut Henri Poincaré, les samedis, de 14 h. 30 à 17 h. 30, à partir du 2 décembre.

Théories physiques. — M. Louis de Broglie, Professeur, traitera des phénomènes d'interaction entre la matière et le rayonnement, les lundis et jeudis à 9 h. 1/4 (Amphithéâtre Darboux, Institut Henri Poincaré).

M. Francis Perrin, Maître de Conférences, traitera : Des mécaniques statistiques et de leurs applications à la théorie des gaz usuels, du rayonnement isotherme et des gaz électroniques dégénérés, les mardis à 9 h. 1/2 et les samedis, à 10 h. 1/2.

Mécanique physique et expérimentale. — M. Beghin, Professeur, traitera des principes généraux des la Mécanique appliquée, de la Cinématique, de la Dynamique des Machines et de la Résistance des matériaux, les lundis et mercredis, à 17, heures (96, boulevard Raspail).

Les Travaux pratiques auront lieu sous la direction de M. le Professeur Beghin, pour tous les élèves, le lundi et le jeudi, de 9 h. 1/2 à 12 heures.

M. Villey, Professeur : le lundi, à 8 h. 1/2, Thermodynamique et Machines thermiques; et le jeudi, à 8 h. 1/2. Exercices et Interrogations (96, boulevard Raspail).

Aviation. — M. Marchis, Professeur, étudiera la construction et le calcul des avions, les mardis et jeudis, à 17 h. 1/2. (Amphithéâtre de Géologie). Préparation au Certificat de Technique aéronautique.

M. Toussaint, Professeur, étudiera l'Aérodynamique appliquée et l'Aérodynamique expérimentale, les mercredis et vendredis, à 17 h. 1/2 (Amphithéâtre de Géologie). Il dirigera les Travaux pratiques à l'Institut aérotechnique de Saint-Cyr (Préparation au Certificat de Technique aéronautique et au Certificat de Mécanique des Fluides).

Mécanique des fluides. — M. Henri Bénard, Professeur, étudiera quelques cas particuliers du mouvement des fluides réels (mouvements de convection, tourbillons atmosphériques, etc...) les lundis et mardis, à 10 h. 1/2 (Salle des Conférences de Physique).

M. A. Foch, Professeur, traitera des Principes de la mécanique expérimentale des fluides le lundi à 9 heures et le mardi, à 9 heures (Salle des Conférences de Physique).

M. Joseph Peres, Professeur, exposera les théories générales de l'Hydro et de l'Aérodynamique, le mercredi et le vendredi, à 15 h. 1/2 (Amphithéâtre Le Verrier).

M. Toussaint, Professeur, traitera des Ailes sustentatrices, le mercredi, à 17 h. 1/2 (Amphithéâtre de Géologie).

Physique. — M. Cotton, Professeur. — Cours sur les radiations, les vendredis, à 10 h. 3/4 (Amphithéâtre de Physique). — Conférences sur les recherches récentes de Magnéto-optique, aux travailleurs du Laboratoire du Grand Electro-Aimant, les mardis, à 9 h. 1/4, au Laboratoire de l'Electro-aimant, à Bellevue.

M. E. Darmois, Professeur, traitera de l'Electricité, en commençant par l'Electrostatique, les mercredis, à 14 h. Il fera, en outre, une Conférence le mardi, à 10 h. 3/4 (Amphithéâtre de Physique).

M. Croze, Maître de Conférences, traitera, les lundis et jeudis, à 14 h. 1/2, de l'Acoustique et de l'Optique.

M. Decombe, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Physique qui auront lieu, tous les jours, au Laboratoire d'Enseignement, de 8 h. 1/2 à 11 h. 1/2, et de plus, le jeudi et le vendredi, de 15 heures à 18 heures.

Physique théorique et physique céleste. — M. Eugène Bloch, Professeur, traitera, le lundi et le mercredi, à 10 h. 3/4, le sujet suivant :

La Physique de l'Electron (1. La masse et la charge de l'électron : rayons cathodiques et rayons β, effets photoélectrique et thermionique, résonance et ionisation des gaz et des vapeurs. 2. Le champ électro-magnétique classique et le rayonnement de l'électron. 3. Le spin de l'électron, les multiplicités spectrales et l'effet Zeeman. 4. La diffraction de l'électron et sa théorie ondulatoire; l'électron de Dirac). Amphithéâtre de Physique.

Electrotechnique générale. — M. Paul Janet, Professeur, traitera de la Révision des lois générales de l'Electricité, des Machines à courant continu et des Propriétés générales des courants alternatifs, les mardis, jeudis et samedis à 9 h. 3/4. Le cours et les travaux pratiques auront lieu à l'Ecole supérieure d'Electricité, avenue Pierre-Larousse, à Malakoff.

Optique appliquée. — M. Ch. Fabry, Professeur, fera 12 leçons sur le sujet suivant : Introduction à l'étude de l'Optique appliquée, les jeudis, à 10 h. 3/4, Institut d'Optique, 3, boulevard Pasteur.

M. Dunoyer, Professeur, fera des conférences sur les Instruments d'optique, les lundis et jeudis, à 9 h. 1/4, 3, boulevard Pasteur.

M. Henri Chrétien, Professeur, traitera du Calcul des combinaisons optiques, les mardis et vendredis, à 9 h. 1/4.

Les travaux pratiques auront lieu le lundi, le mardi et le jeudi, 3, boulevard Pasteur, à 14 heurs.

Physique du globe. — M. Maurain, Professeur, traitera des Propriétés physiques générales du Globe, du Magnétisme terrestre et de l'Electricité atmosphérique, les lundis et les vendredis, à 9 heures (191, rue Saint-Jacques).

M. Labrouste, Professeur, traitera de la Séismologie, et de la Météorologie, les mercredis et vendredis, à 16 heures (191, rue Saint-Jacques).

M. Salles, Physicien adjoint, dirigera des séances de Travaux pratiques, les jeudis, de 9 heures à 12 heures (191, rue Saint-Jacques).

Physique générale et radioactivité. — Mme P. Curie, Professeur, traitera des Ions, des Electrons, de la Radioactivité, les lundis et mercredis, à 17 heures (rue Pierre-Curie).

Les travaux pratiques auront lieu dans le second semestre.

Chimie physique. — M. Jean Perrin, Professeur, étudiera la Structure de la matière, la Mécanique chimique, la Radiochimie et la Structure interne ds atomes, les ven-

dredis, à 17 h. 1/2 et les samedis, à 16 h. 1/2 (Amphithéâtre de Chimie physique, 11, rue Pierre-Curie).

M. Debierne, Professeur, fera des Conférences sur l'Energétique et ses applications aux phénomènes physico-chimiques, les jeudis, à 14 heures (rue Pierre-Curie).

M. Mouton, Professeur (Fondation de l'Institut Pasteur), fera des Conférences sur des questions de Chimie Physique ayant des applications en Biologie, les mardis à 17 h. 1/2 (Salle des Conférences de Chimie).

Chimie. — M. Urbain, Professeur, traitera des Métaux, les mardis, à 11 heures (Certificat de Chimie générale).

M. M. Guichard, Professeur, Analyse et Mesures chimiques, les mercredis et vendredis, à 10 h. 1/2.

Mme Ramart-Lucas, Professeur, traitera des généralités et de la Série acyclique, les lundis, à 10 h. 1/2, et samedis, à 9 heures (Amphithéâtre de Chimie).

M. P. Job, Professeur, Chimie des Métaux, les lundis à 9 heures. — Thermodynamique chimique, les samedis, à 10 h. 1/2.

M. Boulanger, Chef de Travaux, dirigera les Manipulations de Chimie générale (11, rue Pierre-Curie), les lundis et mardis, de 13 h. 1/2 à 18 h. 1/2.

Chimie biologique. — M. Gabriel Bertrand, Professeur, traitera de la composition élémentaire de la matière vivante, les mardis et vendredis, à 17 heures 1/2, à l'Institut Pasteur, 28, rue Dutot).

Travaux pratiques, les mercredis et samedis, de 14 heures à 17 h. 1/2.

M. Javillier, Professeur, fera des Conférences (Fondation de l'Institut Pasteur) sur la Composition chimique des organismes, les lundis et jeudis, à 17 h. 1/2 (Institut Pasteur, 28, rue Dutot).

Chimie appliquée. — M. Auger, Professeur, Notions sur l'Appareillage de l'industrie chimique. L'eau. Les Combustibles. — Les produits chimiques utilisés en médecine, les mardis et jeudis, à 9 heures (rue Pierre-Curie).

M. Boulanger, Chef de Travaux, dirigera les Manipulations, les mercredis et samedis, de 9 heures à 12 heures, et de 14 heures à 17 heures, au Laboratoire d'Enseignement pratique de Chimie.

Hautes températures. — M. Ribaud, Professeur, traitera les sujets suivants : Réalisation et Mesure des Hautes températures, Propriétés physiques des corps aux températures élevées, les mardis et mercredis, à 17 heures (Amphithéâtre de Physique).

Minéralogie. — M. Mauguin, Professeur, exposera la Cristallographie et décrira les Espèces minérales, les mercredis et samedis, à 8 h. 3/4 (Amphithéâtre de Minéralogie). Travaux pratiques, les mêmes jours, de 9 h. 3/4 à 12 heures.

Zoologie. — M. Ch. Pérez, Professeur, traitera des Crustacés, les lundis à 9 h. 1/2 et des Echinodermes, les mardis, à 9 h. 1/2 (Amphithéâtre Milne-Edwards).

M. Prenant, Professeur, traitera des Vers, des Prochordés et des Mammifères, les mercredis, à 16 heures, et les vendredis, à 9 heures (Amphithéâtre Milne-Edwards).

Mlle L. Dehorne, Chef des Travaux, dirigera les manipulations de Zoologie, les jeudis, à 9 heures.

Anatomie et histologie comparée. — M. Wintrebert, Professeur, dirigera des Conférences sur les recherches en cours au Laboratoire, les vendredis, à 16 heures.

Evolution des êtres organisés. — M. Caullery, Professeur, traitera de l'Hérédité, les mercredis, à 14 heures, et les samedis, à 10 h. 1/4, des Phénomènes initiaux du développement (genèse des gamètes, fécondation, parthénogénèse, etc.) (105, boulevard Raspail).

M. F. Picard, Professeur, traitera de l'adaptation, de l'action du milieu et du parasitisme, les lundis et mardis, à 17 heures.

M. Robert Weill, Chef de Travaux, dirigera les Travaux pratiques préparatoires au Certificat de Biologie générale, les lundis (1re série) et mardis (2e série), de 13 h. 1/2 à 17 heures (Laboratoire d'Evolution, 105, boulevard Raspail).

Biologie expérimentale. — M. Et. Rabaud, Professeur, dirigera, le samedi, de 14 heures à 17 heures, les Travaux pratiques préparatoires au Certificat de Biologie générale, au Laboratoire de Biologie expérimentale.

Physiologie générale. — M. Lapicque, Professeur, étudiera les propriétés fondamentales du système nerveux, les mercredis et vendredis, à 17 heures 1/4 (Amphithéâtre de Physiologie).

M. Laugier, Professeur, dirigera les mardis, à 17 h. 1/4 et les samedis, à 15 h. 1/2, les Conférences préparatoires au Certificat de Physiologie générale.

Botanique. — M. Dangeard, Professeur, traitera des Végétaux cryptogames, les mardis et les vendredis, à 15 h. 1/2 (Amphithéâtre Cauchy).

M. Blaringhem, Professeur, traitera de la Biologie, de l'Anatomie et de la Systématique des plantes monocotylédones, les mercredis à 10 h. 1/2 et jeudis, à 16 heures (Amphithéâtre Cauchy).

M. H. Coupin, Maître de Conférences adjoint, dirigera des Manipulations en trois séries identiques, les lundis, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2, jeudis, de 8 h. 1/2 à 11 h. 1/2 et les samedis, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2.

Physiologie végétale. — M. Molliard, Professeur. — M. Combes, Professeur (Fondation du Ministère des Colonies), (Préparation aux Certificats de Physiologie générale et de Botanique), traitera des échanges d'énergie chez les végétaux et de l'influence du milieu sur la morphogenèse, les lundis, à 17 heures, et les vendredis, à 10 h. 1/2 (Amphithéâtre Cauchy).

M. Crépin, Chef de Travaux, dirigera les Travaux pratiques de Physiologie végétale, les mercredis à 8 h. 1/2, et les jeudis, à 13 h. 1/2 (Réservés aux candidats de Physiologie générale).

Géologie. — M. Charles Jacob, Professeur, traitera des séries antécambriennes et des temps primaires, les vendredis, à 14 h. 1/4 et samedis, à 17 heures (Amphithéâtre de Géologie).

M. Joleaud, Professeur, fera des Conférences de Paléontologie (Invertébrés), les mercredis et jeudis, à 11 heures (Amphithéâtre de Géologie).

M. A. Michel-Lévy, Professeur, fera des Conférences de Pétrographie, les lundis et mardis, à 11 heures (Amphithéâtre de Géologie).

M. A. Lanquine, Maître de Conférences, fera les mardis, à 9 heures et les samedis à 14 heures, (Amphithéâtre de Géologie), des leçons de Géologie (Introduction aux diverses disciplines de la Géologie et Préparation au Certificat d'études supérieures S.P.C.N.).

M. Casteras, Chef des Travaux, dirigera les travaux pratiques préparatoires au Certificat de Géologie, les mercredis, jeudis et vendredis, de 9 heures à 11 heures.

Géologie structurale et géologie appliquée. — M. Léon Bertrand, Professeur, traitera de la structure des grandes régions géologiques européennes, les vendredis, à 10 h. 3/4; des combustibles minéraux et de quelques autres questions de géologie appliquée, les jeudis, à 9 h. 1/2 (191, rue Saint-Jacques).

M. Barrabé, Maître de Conférences, traitera de la structure géologique des grandes régions extra-européennes, les

vendredis, à 17 h. 1/2, et des gîtes métallifères, les mercredis, à 17 h. 1/2 (191, rue Saint-Jacques).

M. M. Roubault, Chef des Travaux, dirigera les mardis, de 14 à 17 heures et les samedis, de 9 heures à 12 heures, les travaux pratiques préparatoires au certificat de Géologie structurale et Géologie appliquée (191, rue Saint-Jacques).

Géographie physique et géologie dynamique. — M. Léon Lutaud, Professeur, traitera : 1° Les tremblements de terre (étude générale) ; 2° Les résultats de la Physique du Globe et des recherches géophysiques dans leurs rapports avec certains problèmes de Géographie physique et de Géologie dynamique, les jeudis, à 14 h. 1/2 (Amphithéâtre de Géologie). Il fera des Conférences sur le programme du Certificat (L'évolution morphologique ; influence morphologique des roches sédimentaires), les lundis, à 14 h. 1/2, au Laboratoire. Il fera en outre, au Laboratoire, des conférences spéciales, préparatoires à la recherche sur le terrain, les jeudis, à 16 heures.

M. Jacques Bourcart, Maître de Conférences, traitera : 1° de la désagrégation superficielle des roches, de la formation des sols et produits meubles et de leur mise en mouvement ; 2° de l'action du vent, les lundis, à 16 heures et les mercredis à 14 h. 30, au Laboratoire. Enseignement pratique du lever de reconnaissance et d'exploration, les samedis, à 9 h. 30 (Laboratoire).

Ethnologie. — (*Voir affiche spéciale*).

Enseignement préparatoire au certificat d'études physiques, chimiques et naturelles.

Physique. — 1re *Section*. — M. Panthenier, Professeur, traitera les lundis, mercredis et vendredis, à 9 h. 1/4 : Mécanique physique, Chaleur, Electricité.

2e Section. — M. A. Dufour, Professeur, traitera les mardis, jeudis et samedis, à 9 heures : Mécanique physique, Chaleur, Electricité.

3e Section. — M. M. Curie, Professeur, traitera les mardis, jeudis et vendredis, à 14 heures : Mécanique physique, Chaleur, Electricité.

Conférences préparatoires aux Certificats d'études S.P.C.N. — M.P.C., le lundi, à 16 h. 1/2.

M. Chéneveau, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Physique :

1re Section : les mardis et samedis, de 13 h. 3/4 à 16 h. 3/4 ;

2e Section : les lundis et vendredis, de 13 h. 3/4 à 16 h. 3/4 ;

3e Section : les vendredis et samedis, de 8 h. 3/4 à 11 h. 3/4.

Chimie. — 1re Section. — M. Gault, Maître de Conférences, traitera les mardis, jeudis et samedis, à 9 h. 1/4, des Métalloïdes et des Métaux.

2e Section. — M. Hackspill, Professeur, traitera de la Chimie générale et de la Chimie minérale, les lundis, mercredis et vendredis, à 10 heures.

3e Section. — M. Dupont, Maître de Conférences, traitera les lundis, mercredis et vendredis, à 10 h. 1/2, des Métalloïdes et des Métaux.

Les mercredis à 16 h. 1/2, Conférences de S.P.C.N. et M.P.C.

M. Gain, Maître de Conférences adjoint, dirigera les Manipulations de Chimie :

1re Section : les lundis et mercredis, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2 ;

2e Section : les mardis et jeudis, de 13 h. 1/2 à 16 h. 1/2.

3e Section : les lundis et jeudis, de 8 h. 1/2 à 11 heures.

Zoologie. — M. Bohn, Professeur, traitera : Morphologie et Biologie animales.

1re Section : les mercredis et vendredis, à 10 h. 1/4.

2e Section : les mardis et jeudis, à 10 h. 1/4.

3e Section : M. Millot, Maître de Conférences, traitera des Invertébrés et de divers sujets de Biologie générale, les mardis et jeudis, à 15 h. 1/4.

M. Fischer, dirigera les manipulations :

1re Section : les mardis et jeudis, de 13 h. 3/4 à 16 h. 1/2.

2e Section : les lundis et mercredis, de 13 h. 3/4 à 16 h. 1/2.

M. Millot, Maître de Conférences, dirigera les manipulations :

3e Section : les mardis et mercredis, de 9 heures à 11 h. 1/2.

Botanique. — M. Guilliermond, Professeur, étudiera l'Anatomie et la Physiologie végétales.

1re Section : les lundis, à 10 h. 1/4.

2e Section : les samedis, à 10 h. 1/4.

3e Section. — M. Combes, Professeur, traitera de la Biologie végétale, les vendredis, à 15 h. 1/4.

M. Dauphiné, Chef des Travaux pratiques, dirigera les Manipulations de Botanique, les jeudis et vendredis, de 14 h. à 17 h. (1re Section), les mercredis et samedis, de 14 h. à 17 h. (2e Section), les mercredis et samedis, de 8 h. 1/2 à 11 h. 1/2 (3e Section).

Géologie (S.P.C.N.). — M. A. Lanquine, Maître de Conférences, fera des leçons de Géologie (S.P.C.N.), à partir du 20 novembre, les mardis, à 9 heures et les samedis, à 14 heures, dans l'Amphithéâtre de Géologie de la Sorbonne (Voir ci-dessus : Géologie).

Les leçons seront complétées par des Travaux pratiques et des excursions.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

La méthode de corrélation, par R. de Montessus de Ballore. In-8° (*Collection Scientia*), de 77 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 15 fr.

Cette méthode tire de données statistiques une probabilité plus ou moins voisine de l'unité pour l'interdépendance de deux phénomènes. Très usitée en Angleterre et en Allemagne, cette méthode, sous sa forme actuelle, ne va pas sans soulever quelques critiques.

L'auteur dégage les parties de la théorie qu'on peut considérer comme bien assises, et montrant les objections possibles, délimite, avec plus de précision qu'on ne le fait d'ordinaire, le champ des applications légitimes. Son exposé semble appelé à rendre d'éminents services dans les sciences d'observation.

G. Bouligand.

Mathématiques financières, par J. Dubourdieu. In-16 de 220 pages (*Collection Armand Colin*), Colin, éditeur. Paris. — Prix : 10 fr. 50.

Même pour qui ne pratique pas les opérations financières, il est utile de connaître les problèmes d'arithmétique et d'algèbre qu'elles posent : à cet objet, répond

le livre de M. Dubourdieu, qui a su présenter le sujet d'une manière originale et attrayante. On en jugera, notamment, par la forme très heureuse que prend, dans son exposé, la théorie des opérations à long terme. L'auteur lui enlève, nous dit M. Henri Galbrun dans la Préface, cet aspect artificiel qui la fait considérer par le comptable comme un exercice d'algèbre dont il aperçoit mal les fins. De plus, au point de vue pratique, le lecteur apprend à démêler exactement la succession des échanges de capitaux en puissance dans les formules. Et c'est là certainement un résultat très important atteint par M. Dubourdieu, dont le livre se recommande aussi par ses qualités de clarté et de précision.

G. Bouligand.

Les principes physiques de la théorie des quanta, par Heisenberg, traduit de l'allemand par MM. Champion et Hochard. In-8° de 126 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 40 francs.

Par sa théorie des matrices, M. Heisenberg a été l'un des initiateurs de la Mécanique ondulatoire. En scrutant les principes de cette mécanique, il a été amené à modifier certaines idées considérées comme des conceptions fondamentales de la physique classique et à énoncer ses célèbres relations d'incertitude d'une si haute portée philosophique autant que physique.

L'ouvrage, dont MM. Champion et Hochard nous donnent une traduction française, est la reproduction des conférences faites en 1929 par Heisenberg à l'Université de Chicago. L'auteur y insiste tout particulièrement sur la signification physique de la Mécanique nouvelle en se tenant aussi près que possible de l'expérience. Après avoir développé les relations d'incertitude énoncées par lui sous le nom de principe d'indétermination, il examine en détail quelques-unes des conséquences de ces relations et montre comment la considération des ondes oblige à abandonner la précision complète dans la définition du corpuscule. Puis il fait la critique des notions physiques de la théorie ondulatoire et il montre comment la notion de corpuscule réagit à son tour sur la notion d'onde, la seule façon de concilier les ondes et les corpuscules étant, d'après lui, d'ordre statistique.

A. Bc.

Les fondements de la Relativité. La théorie unitaire de la gravitation et de l'électricité. La structure cosmologique de l'espace, par Albert Einstein, traduit de l'allemand, par Maurice Solonne. In-8° de 110 pages, avec portrait de l'auteur. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 35 francs.

On trouve ici réunis les trois mémoires fondamentaux qui ont établi l'universelle réputation d'Albert Einstein. Le premier est la réduction de la gravitation à la courbure de l'espace-temps, assimilé à une multiplicité riemannienne (1916); le second unifie la gravitation et le champ électro-magnétique (1931); le troisième, qui s'inspire des recherches de Friedmann et de Lemaître, se rallie à la conception d'un univers en expansion, le rayon cosmique et la densité variant avec le temps.

Le recueil ainsi constitué est appelé à rendre aux astronomes, aux mathématiciens et aux physiciens, des services éminents.

G. Bouligand.

Leçons d'analyse vectorielle (1re partie. *Géométrie différentielle des courbes et des surfaces, théorie mathématique des champs*), par G. Juvet, Doyen de la Faculté des Sciences de Lausanne. In 8° de 120 pages avec figures. Rouge (Lausanne) et Gauthier-Villars (Paris), éditeurs.

Cet exposé, en ce qui concerne l'analyse vectorielle, s'efforce d'être élémentaire et purement mathématique. Il utilise une définition des opérateurs différentiels donnée par M. von Ignatowsky.

L'ouvrage qui développe la première partie du cours exposé par l'auteur aux élèves ingénieurs de l'Ecole de Lausanne, s'adresse à des étudiants ayant déjà une connaissance précise du calcul infinitésimal.

A cette première partie, doit faire suite un second volume qui traitera des applications aux problèmes aux limites de la Physique. Il sera très impatiemment attendu.

G. Bouligand.

Exercices d'analyse, par Gaston Julia, Professeur à la Sorbonne, tome III. In-8° de 287 pages avec figures. Gauthier-Villars, éditeurs, Paris. — Prix : 60 francs.

Cette troisième partie, digne des deux précédentes, a été rédigée par MM. J. Leray, R. Meynieux et R. Harmegnies. Elle se compose d'exercices variés sur les chapitres de la théorie des équations différentielles qui figurent au programme du certificat de calcul intégral, exercices qui soulignent notamment le rôle des points singuliers et les particularités des intégrales autour de ces points, appellent en outre l'attention sur les intégrales singulières, en même temps que sur des types particuliers d'équations, celui des équations de Laplace entre autres. Les questions traitées proviennent soit du certificat de calcul différentiel et intégral de la Sorbonne, soit des compositions d'analyse proposées aux élèves de l'Ecole Polytechnique. L'excellente présentation des solutions les rend particulièrement éducatives et attrayantes.

G. Bouligand.

Partial differential Equations of Mathematical Physics, par H. Bateman. In-8° de 522 pages avec figures. Cambridge University Press, Londres. — Prix : 42 sh.

Les équations aux dérivées partielles de la Physique Mathématique ont une grande importance pratique pour qui veut confronter la théorie et l'expérience. Mais leur intérêt spéculatif est encore plus considérable ; c'est en étudiant ces équations que les mathématiciens ont appris à rapprocher des phénomènes physiques d'essences souvent différentes, qu'ils ont élargi le champ des interprétations concrètes convenant à des êtres analytiques préalablement donnés. L'activité déployée autour des équations de la Physique Mathématique s'accroît donc sans cesse et l'on conçoit tous les services qu'on peut attendre de l'exposé synthétique d'un tel sujet, accompagné d'une solide bibliographie.

L'ouvrage de M. H. Bateman répond à ces desiderata, en s'attachant surtout à l'étude des cas particuliers qui sont complètement solubles, par combinaison d'opérations analytiques usuelles : cela, sans détriment de la présentation des théories générales auxquelles se rattachent ces problèmes spéciaux. Si le lecteur veut s'en faire spontanément une juste idée, qu'il examine déjà les 60 pages si documentées du chapitre IV, qui traite d'une manière substantielle du problème de la représentation conforme.

L'introduction donne d'ailleurs un excellent résumé des méthodes d'approximation, et notamment de celles qui, à l'exemple des savants travaux de M. Kryloff, procèdent des algorithmes variationnels.

L'auteur a évité de faire double emploi avec d'autres ouvrages, traitant soit des équations particulières à la Mécanique quantique, soit des équations intégrales de la Physique mathématique, soit encore de certaines parties purement théoriques de la théorie du potentiel. Du moins toutes indications et références utiles sont-elles données au lecteur sur ces divers sujets.

C'est pourquoi l'ouvrage de M. H. Bateman paraît destiné à rendre les plus grands services. G. Bouligand

Leçons sur les fonctions univalentes ou multivalentes, par M. Paul Montel, Professeur à la Sorbonne. In-8° de 155 pages. Gauthier-Villars, éditeur. Paris. — Prix : 40 francs.

Ce livre se propose de classer les fonctions analytiques suivant leur ordre de multivalence, c'est-à-dire le nombre de fois que chacune prend une même valeur. Les plus simples sont les fonctions univalentes, par lesquelles s'effectue la représentation conforme d'un domaine simplement connexe sur l'aire d'un cercle. Et cela suffit à révéler l'importance du sujet traité, conformément au plan que voici :

I. — Univalence et multivalence des fonctions analytiques ;

II. — Ordre de multivalence des polysiomes ;

III. — Familles de fonctions univalentes ou multivalentes ;

IV. — Familles particulières de fonctions univalentes ;

V. — Domaine d'univalence ou de multivalence de certaines fonctions ;

VI. — Propriétés extrémales des fonctions univalentes;

VII. — Domaines couverts par les valeurs des fonctions régulières.

La rédaction a été présentée avec le plus grand soin par M. F. Marty. En outre, dans une note importante adjointe au texte, M. Henri Cartan a montré la possibilité d'étendre aux fonctions de plusieurs variables complexes la théorie des fonctions univalentes. G. Bouligand.

Exercices numériques d'astronomie, par P. Humbert, Professeur à la Faculté des Sciences de Montpellier. In 8° de 90 pages. Vuibert, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Cet excellent petit livre, présenté avec le plus grand soin, présente les solutions de nombreux exercices proposés à l'épreuve pratique du certificat d'astronomie dans les Facultés des Sciences et de problèmes tirés d'ouvrages d'astronomie, de navigation. Les calculs sont effectués au moyen des tables à cinq décimales, selon la division sexagésimale du cercle. La portée de cette publication dépasse de beaucoup le cadre de l'unique certificat d'astronomie : elle intéressera d'une manière générale toutes les catégories d'étudiants ayant intérêt à développer leur aptitude au calcul numérique

G. Bouligand.

Conformal Representation, par C. Carathéodory, Professeur à l'Université de Münich. In-8° de 105 pages avec figures (n° 28 de la Collection des Cambridge Tracts in Math. and Phys. Math.). Cambridge Univ. Presse, 1932. — Prix : 6 sh. 6 d.

Donner une fonction analytique d'une variable complexe c'est aussi faire correspondre deux plans sans altérer les angles, en réalisant ce qu'on appelle une représentation conforme, laquelle, limitée à certaines aires, peut acquérir le caractère biunivoque. Après le cas de Möbius, où la limitation est superflue (Ch. I), l'auteur développe la géométrie de Lobatchefsky (Ch. II), puis nous montre par le théorème de Koebe l'importance dans les recherches générales d'exemples usuels (Ch. III). Nous mesurons ensuite (Ch. IV) par le lemme de Schwarz la généralité maxima sous laquelle peut s'accomplir la représentation conforme d'une aire simplement connexe sur celle d'un cercle ; suivent diverses extensions de ce lemme. Tout est alors préparé pour la démonstration du théorème fondamental d'existence, donnée au chapitre V, pour l'étude délicate de la correspondance entre les frontières (Ch. VI) et pour le problème de la représentation conforme d'une surface fermée à champ de normales continu et lipchitzien sur la surface d'une sphère (Ch. VII).

L'expérience de l'auteur dans la technique de ces difficiles questions, qui lui doivent des contributions grandioses, lui a permis de présenter ces trois derniers chapitres sous une forme simple et élégante qui donne à son exposé un tour des plus attachants.

G. Bouligand.

Traité de Physique générale et expérimentale. *Electricité générale*, T. III, par M. Jules Lemoine, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, et M. Auguste Blanc, Doyen de la Faculté des Sciences de Caen. In-8° de 799 pages, avec 591 figures. Librairie de l'Enseignement technique, Paris. — Prix : 100 francs.

Ce troisième volume est le dernier de l'excellent traité de Physique Générale et expérimentale de MM. Lemoine et Blanc, dont la publication avait commencé en 1930, Il est réalisé dans le même esprit que les précédents : les principes fondamentaux de la Physique s'y trouvent encore présentés d'une façon expérimentale et concrète en évitant, dans la mesure du possible, les développements mathématiques. Certains calculs sont pourtant obligatoires, mais le lecteur qui n'aurait pu les suivre, pourra continuer sa lecture en comprenant encore l'enchaînement des phénomènes. Il ne s'agit d'ailleurs pas le moins du monde d'un ouvrage de vulgarisation ; et, comme pour la lecture de tout ouvrage sérieux, un effort sera nécessaire ; mais les exemples choisis, très concrets, les expériences très démonstratives, les figures, nombreuses et claires, aideront le lecteur à chaque pas.

Le volume traite de l'électricité générale, celle des principes, et non de l'électricité industrielle qui s'accompagne de préoccupations techniques et qui n'aurait pu trouver place dans un volume d'étendue limitée. Les auteurs n'étant pas tenus par la rigidité d'un programme d'examen et par l'obligation de suivre un plan imposé, exposent leur sujet en considérant dès le début les conceptions modernes comme connues et démontrées. Quelques pages consacrées aux progrès de l'électricité dans le XIX° siècle les conduisent dès le premier chapitre à parler de la théorie atomique de Bohr, des électrons, des protons, des quanta, de la conception actuelle du courant électrique dans le vide, dans les conducteurs, dans les gaz raréfiés, dans les électrolytes. Partant de ce point de départ, ils obtiennent, avec une grande facilité, un exposé très clair et très vivant.

Rappelons que le premier volume du traité est consacré à la Mécanique et à la Chaleur, le second à l'Acoustique et à l'Optique. Tous ceux qui ont quelque intérêt à se mettre au courant des nouveautés de la Physique et de son évolution, trouveront dans cet ouvrage magistral et sans analogue, un guide agréable et sûr.

J. B.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 21 — 71e ANNÉE — 11 NOVEMBRE 1933

LES ÉTOILES TEMPORAIRES OU "NOVÆ" ET LA VIE TERRESTRE

par l'Ingénieur Général BOURGOIN

Depuis un quart de siècle, l'astrophysique a progressé à pas de géants. Utilisant toutes les découvertes de la physique moderne, elle a pu étendre dans des proportions inespérées notre connaissance du monde stellaire. Par contre, la physique elle-même a vu son domaine accru par les conséquences des découvertes qu'elle-même avait suscitées.

Dans le spectacle, que nous offre ce monde stellaire, l'apparition soudaine d'étoiles temporaires est un des phénomènes qui frappent le plus l'imagination humaine. L'étude de ces astres a reçu, au cours de ces dernières années, des développements inattendus que je me propose d'exposer ici.

Encore que certains points, d'ailleurs essentiels, restent encore à élucider, il est néanmoins certain que ceux déjà acquis à ce jour sont extrêmement importants et qu'ils intéressent à un haut degré l'avenir de l'humanité. Ce sont ces résultats que je veux examiner ici.

Comme on va le voir, ils sont partout l'œuvre des astronomes anglo-saxons, singulièrement favorisés par la puissance des instruments dont ils disposent.

⁂

L'apparition d'étoiles nouvelles dans le ciel a été signalée bien avant l'ère chrétienne.

Au cours de l'été de l'an 131 avant notre ère, le célèbre astronome grec Hipparque, d'Alexandrie, constatait la présence d'une étoile brillante dans la constellation du Scorpion. L'astre n'avait, jusque-là, pas encore été aperçu.

Ce fait amena Hipparque à dénombrer toutes les étoiles visibles dans le ciel. C'est là l'origine du premier catalogue stellaire dont l'histoire de l'astronomie fasse mention.

C'est de Pline que nous tenons le récit précédent. Depuis, on a reconnu que l'apparition en question avait vraisemblablement été constatée par des astronomes chinois. Les Annales de ceux-ci en mentionnent d'autres, notamment en l'an 123 de notre ère dans la constellation d'Hercule. Une autre étoile temporaire fut signalée en 173, dans la constellation du Centaure. Elle disparut au bout de six mois après avoir parcouru toute la gamme des couleurs élémentaires chinoises. Ce sont le bleu, le jaune, le rouge, le blanc et le noir.

En 393, un nouvel astre apparut dans le Scorpion. Il fut également observé par les astronomes de Babylone, Haly et Grafar, Ben Mohamed Albumazar.

En 1011, 1203, des observations du même genre furent faites dans le Sagittaire, le Scorpion et Ophincus par les astronomes chinois.

En fin mai 1006, le moine Hépidanus signale l'apparition dans le Bélier d'une étoile peu bril-

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

lante qui disparut au bout de très peu de temps. Deux siècles plus tard, en 1245, la chronique d'Albertus Stadensis (Oldenbourg), note l'apparition dans le Bélier d'une étoile ayant l'éclat de Vénus et la couleur rouge de Mars. L'étoile put être vue pendant deux mois.

Toutefois, c'est à Tycho-Brahé, le célèbre astronome danois, qu'on est redevable d'avoir attiré l'attention, de façon retentissante, sur ce genre de phénomène.

Voici, d'après lui, les circonstances qui entourèrent l'apparition de « la Pèlerine ». Ce récit est extrait intégralement du *Cosmos* de Humboldt :

« Lorsqu'en 1572 je quittai l'Allemagne pour « retourner dans les îles danoises, je m'arrêtai « dans l'ancien cloître admirablement situé « d'Herritzwald appartenant à mon oncle Ste- « non Bill et j'y pris l'habitude de rester dans « mon laboratoire de chimie jusqu'à la nuit « tombante. Un soir, le 11 novembre 1572, que « je considérais, comme à l'ordinaire la voûte « céleste dont l'aspect m'est si familier, je vis, « avec un étonnement indicible, près du zé- « nith dans Cassiopée, une étoile radieuse d'une « couleur extraordinaire. Frappé de surprise, je « ne savais si j'en devais croire mes yeux. Pour « me convaincre qu'il n'y avait point d'illusion « et pour recueillir le témoignage d'autres per- « sonnes, je fis sortir les ouvriers employés « dans mon laboratoire et je leur demandais « ainsi qu'à tous les passants, s'ils voyaient « comme moi, l'étoile qui venait d'apparaître, « tout à coup. J'appris plus tard, qu'en Alle- « magne, des voituriers et autres gens du peu- « ple avaient prévenu les astronomes d'une « grande apparition dans le ciel, ce qui a fourni « l'occasion de renouveler les plaisanteries ac- « coutumées aux gens de science.

« L'étoile variable était dépourvue de queue. « Elle ressemblait de tous points aux autres « étoiles. Seulement elle scintillait encore plus « que les étoiles de première grandeur. Son éclat « surpassait celui de Sirius, de la Lyre et de « Jupiter (alors au périgée). On ne pouvait le « comparer qu'à celui de Vénus, quand elle est « le plus près possible de la Terre. Des person- « nes pourvues d'une bonne vue pouvaient dis- « tinguer cette étoile pendant le jour, même en « plein midi quand le ciel était pur. La nuit, « par un temps couvert, lorsque toutes les au- « tres étoiles étaient voilées, l'étoile nouvelle « resta plusieurs fois visible à travers des nua- « ges assez épais. Les distances de cette étoile « à d'autres (ζ, α, η, γ, δ, ε, τ, κ et β), de Cas- « siopée, que je mesurais l'année suivante avec « le plus grand soin m'ont convaincu de sa « complète immobilité.

« A partir du mois de décembre 1572, son « éclat commença à diminuer, elle était alors « égale à Jupiter, mais en janvier 1573, elle « était devenue moins brillante que lui. Voici « le résultat de mes comparaisons photométri- « ques en février et mars :

« Egalité avec les étoiles de premier ordre. En « avril et mai, éclat des étoiles de deuxième « grandeur. En juillet et août, de troisième. En « octobre et novembre, de quatrième grandeur. « Le passage de la cinquième à la sixième eut « lieu de décembre 1573 à février 1574. Le mois « suivant, l'étoile s'évanouit sans laisser de tra- « ce, à la simple vue, après avoir brillé pendant « 17 mois ».

A ce récit, nous ajouterons quelques remarques :

1° Dans les premiers jours de son apparition, lorsqu'elle égalait en éclat, Vénus et Jupiter, cette étoile resta blanche pendant deux mois, elle passa ensuite au jaune, puis au rouge. Pendant l'hiver de 1573, Tycho l'a comparée à Mars, puis il lui trouva de l'analogie avec la lumière rouge d'Aldebaran. Au mois de mai 1573, la couleur blanchâtre reparut, elle resta ainsi jusqu'au printemps de 1574, de troisième grandeur et blanche, mais d'une blancheur moins pure. Elle scintillait avec une vivacité extraordinaire pour sa grandeur. Enfin, elle conserva la même apparence jusqu'à sa disparition en mai 1574.

2° Certains astronomes ont cherché à retrouver l'étoile de Tycho-Brahé, Argelander, en particulier, l'a essayé à deux reprises. Une première fois, à Abo, avec un instrument des passages de 8 pouces et, en 1849, avec le cercle méridien de Bonn, mais ses efforts furent vains. Plus tard, en 1865, d'Arrest dressa une carte complète de toutes les étoiles jusqu'à la quinzième grandeur.

Deux sont situées dans un cercle de 10′ de rayon autour de la position observée par Tycho. La plus proche de 10^{me} 5 grandeur n'en est distante que de 49 secondes.

D'après les mesures de Tycho, la position de la Pèlerine en 1572, avait pour coordonnées :

Ascension droite : 0 h. 26′ 24″ ;

Déclinaison : +61° 46′ 45″.

Après Tycho, les observations d'étoiles temporaires se multiplient.

Le 10 octobre 1604, Brunowsky, élève de Képler, aperçut dans le pied droit du Serpentaire une étoile nouvelle, très brillante, de couleur blanche, surpassant en éclat, non seulement les étoiles de première grandeur, mais aussi Mars, Jupiter et Saturne dont elle se trouvait voisine. Képler, qui la reconnut le 17, l'observa attentivement. Il publia sur cette apparition une notice détaillée.

D'abord un peu moins brillante que Vénus, cette étoile conserva longtemps le même éclat, si bien que, le 16 novembre, dernier jour où il put l'apercevoir à l'Occident, c'était au milieu

d'une lueur crépusculaire, assez intense pour l'empêcher de voir Jupiter.

Lorsqu'à la fin de décembre elle reparut à l'Orient, elle surpassait certainement Antarès, mais n'égalait point Areturus.

Le 20 mars 1605, plus petite en apparence que Saturne, elle était supérieure aux étoiles de troisième grandeur qu'elle égalait le 21 avril. Vers le milieu d'août elle n'était plus que de quatrième grandeur. Le 8 octobre on la voyait difficilement à l'œil nu. Enfin, en mars 1606, elle était devenue entièrement invisible. On peut donc admettre que sa disparition ayant eu lieu en janvier 1606, elle avait brillé environ quinze mois. Contrairement à la Pèlerine, elle est toujours restée blanche.

Un peu auparavant, en 1600, Janson observa une étoile nouvelle dans la constellation du Cygne. Elle ne varie que de la troisième à la cinquième grandeur. Képler la vit 2 ans plus tard et l'estima de troisième grandeur.

J'en arrive maintenant à cette partie de l'époque contemporaine postérieure à l'invention du spectroscope, c'est-à-dire à 1860.

Le 21 mai de cette année, une Nova apparut dans le Scorpion, elle était de la grandeur 6,5 et disparut au bout d'un mois. Le 4 mai de cette même année, Barker, à 9 heures du soir, vit s'allumer une étoile de grandeur 4,5 dans la constellation de la Couronne. A 10 heures, elle était de la seconde grandeur.

Le 12, sa grandeur était de 2,3 ; le 13, elle oscillait entre 2,2 et 2,7. Le 15 elle était de la troisième grandeur et le 19 de la sixième. Dans le catalogue d'Argelander, cette étoile est notée comme étant de grandeur 9,5.

Observée au spectroscope, elle accusa la présence d'hydrogène dans sa région extérieure.

Le 24 novembre 1876, une Nova de troisième grandeur se montra dans le Cygne ; son éclat resta constant pendant un certain temps, le 5 décembre elle était de la cinquième grandeur, pour n'être plus que de la sixième le 11 suivant. En janvier 1877, elle tomba à la huitième. En 1878 elle était de dizième. Elle est actuellement de la quinzième grandeur.

En 1892, apparut la Nova Anderson. Seeliger, pour la première fois, attribue le renforcement de son éclat à son passage à travers une nuée obscure. Cette thèse fut réfutée par Vogel. Plus récemment, en 1918, on observa une Nova dans l'Aigle, et, en 1920, dans le Cygne. Ces deux astres étaient relativement proches, le premier n'était, en effet, distant que de 300 parsecs, soit un peu moins de 1.000 année lumière.

Avec l'apparition des grands instruments américains, le nombre des Novæ observées s'accroît dans des proportions considérables. Jusque-là, elles avaient été observées exclusivement dans la Voie Lactée et d'ailleurs en petit nombre. Grâce à la puissance des nouveaux téléscopes et au concours de la photographie céleste, on put déceler leur présence dans les Nébuleuses.

C'est ainsi que 22 furent découvertes dans la nébuleuse d'Andromède et 8 dans d'autres spirales.

Tout dernièrement, le professeur Edwin Hubble en a énuméré 24 dans Andromède. D'après ce savant il en apparaîtrait chaque année plus de 30 dans cette nébuleuse, relativement voisine de notre galaxie, puisque la distance qui les sépare est de l'ordre de 950.000 années lumière.

Pour ce qui est de la Voie Lactée, il apparaîtéait au moins une Nova chaque année.

*
* *

Nonobstant le degré d'approximation quelque peu flou de ces estimations, elles ont conduit les astronomes à formuler l'affirmation suivante : la fréquence des Novæ est suffisante pour qu'on soit amené à admettre que la transformation d'une étoile en Nova fait partie de l'évolution régulière d'un tel astre.

Toute étoile deviendrait donc Nova au moins une fois dans sa vie. Cette conclusion a été précisée tout récemment.

Le docteur Lundmark a en effet établi dès 1923 — et le fait a été confirmé par des recherches ultérieures — que la magnitude (ou grandeur) absolue des Novæ, au moment du maximum de leur éclat, est constante et égale à — 6,1.

Se basant sur ce fait, l'astronome suédois Conrad Lönquist a montré qu'on pouvait déduire de la connaissance de cette magnitude absolue la fréquence de l'apparition des Novæ dans un volume donné de l'espace qui serait par exemple un cube de 10 parsecs (1) de côté.

De la comparaison de cette fréquence avec le nombre supposé d'étoiles dans le volume ci-dessus. Lönquist en a déduit que chaque étoile passe par l'état de Nova tous les 400 millions d'années. On admet aujourd'hui que ce nombre doit être multiplié par 3 1/3. Admettons la chose.

Etant donné que la Terre est solidifiée depuis quelques quinze cent millions d'années, on est naturellement amené à se demander si, depuis cette époque, le Soleil a subi la transformation en question.

Si l'on considère la période qui s'est écoulée entre la solidification de la surface terrestre et l'apparition de la vie au Cambrien, il est clair

(1) Je rappelle ici, que le parsec est la distance correspondant à une parallaxe de 1". Le parsec vaut 3 années 26 de lumière.

que, rien jusqu'à présent, ne permet d'affirmer la production de l'événement susvisé au cours de la période dont il s'agit.

Il n'en est pas de même si l'on envisage la suite des temps depuis l'époque Cambrienne.

A supposer, en effet, que le Soleil soit passé dans cet immense intervalle de temps (vraisemblablement supérieur à un milliard d'années), par le stade d'une Nova, l'échauffement énorme de la surface du globe dû à un tel événement y aurait supprimé toute vie. Le processus de la succession des espèces aurait par suite été entièrement interrompu et la vie aurait dû, par suite, se créer à nouveau. Or, rien en paléontologie ne conduit à admettre une telle discontinuité dans la vie des espèces animales.

Ainsi il résulte des considérations que je viens d'exposer que depuis un milliard d'années environ, le Soleil n'a pas passé par l'état de Nova.

Cette déduction peut paraître un peu fragile. Il n'en reste pas moins, qu'à l'heure actuelle, elle apparaîtrait comme hautement vraisemblable.

Nous verrons plus loin les conséquences qu'on peut tirer d'une telle constatation.

L'explication de l'apparition des Novæ par la collision de deux étoiles donne lieu à une remarque d'apparence extraordinairement paradoxale. C'est la suivante : si, après la collision, la puissance de gravitation de la masse unique résultant du choc dépasse une certaine valeur, l'astre nouveau ne peut plus rayonner à l'extérieur. Il est, par suite, invisible, alors que ses deux constituants pouvaient briller, antérieurement au choc, d'un vif éclat.

La théorie de la relativité et celle des quanta fournissent une explication simple de ce fait surprenant.

Considérons avec Eddington (1) un atome stellaire dont le quantum d'énergie soit $h\nu$ (h constante de Planak $=6{,}55{,}10^{-27}$ ν—fréquence de la radiation).

Ce quantum est identique à celui du même atome terrestre. Une partie de ce quantum est employée pour l'affranchir de la gravitation de l'étoile qui l'émet.

Soit ν, le potentiel de gravitation à la surface de l'astre.

C désignant la vitesse de la lumière, la masse du quantum précité est $\frac{h\nu}{C^2}$ Après libération du quantum, son énergie sera devenue $h\nu\left(\frac{1-\varphi}{C^2}\right)$

Elle constitue un quantum nouveau dont la fréquence ν' est égale à

$$\nu' = \nu\left(\frac{1-\varphi}{C^2}\right)$$

(1) Etoiles et Atomes, par Eddington.

Pour une valeur nulle du terme entre parenthèses $\nu' = 0$, c'est-à-dire que, toute radiation est, sinon supprimée, du moins ne peut plus se propager à l'extérieur de l'astre. Ce dernier est donc bien devenu invisible. Recherchons la masse minimum d'un tel astre.

Supposons pour cela que sa densité moyenne d soit égale à celle de l'eau : soient m sa masse et r son rayon.

$\varphi = \frac{m}{r}$, d'autre part, si $\nu' = 0$ on a $\varphi = C^2$

$$\text{par ailleurs : } m = \frac{4}{3}\pi r^3 d$$

$$\text{on a donc : } \frac{4}{3}\frac{\pi r^3 d}{r} = C^2$$

$$\text{d'où } \frac{C^2}{r^2} = \frac{4}{3}\pi\frac{1}{g}$$

on en conclut :

$$r = 48{,}5.C$$

c'est-à-dire que, pour devenir incapable de rayonner, un astre, de densité égale à celle de l'eau, doit avoir un rayon égal à un peu plus de 20 fois celui du Soleil. Il serait par suite, 8.000 fois plus volumineux et pèserait environ 5.000 fois le poids du Soleil.

Les deux étoiles génératrices sont par suite définies. *A priori* un tel astre a très peu de chance d'exister. On sait, en effet, que 95 o/o des étoiles ont une masse du même ordre que celle du Soleil. On peut même affirmer que son existence est théoriquement impossible, car, s'il existait, aucune pression de radiation ne serait développée par lui. Dès lors, rien ne venant atténuer , sinon supprimer, l'attraction gravitationnelle, les atomes de calcium et de sodium du nuage cosmique se précipiteront sur l'astre géant. La masse de ce dernier ira donc croissant constamment, puisque, du fait de la suppression de toute radiation, il ne subit plus aucune perte de masse.

Si un astre de cette dimension arrivait à prendre naissance, il résulte de l'analyse précédente qu'au cours des temps, il finirait par attirer à lui une portion toujours croissante de la matière diffuse qui occupe l'espace sidéral.

*
* *

En quoi consiste exactement le mécanisme de l'apparition d'une Nova ? Les recherches spectroscopiques effectuées depuis peu fournissent à cet égard des aperçus très objectifs de ce phénomène grandiose. Ils jettent une vive lueur sur la vie stellaire.

Avant de les exposer, je dirai un mot des hypothèses faites antérieurement concernant la production des Novæ.

On a d'abord eu recours à des causes extérieures. En premier lieu, on a supposé que la

Nova résultait d'une collision entre deux étoiles ou entre une étoile et un astre obscur.

Une telle hypothèse est difficilement acceptable, pour la raison que les collisions d'étoiles constituent des phénomènes hautement improbables. Sir James Jeans, le célèbre astronome anglais, admet, en effet, qu'on peut représenter fidèlement l'espace sidéral en considérant six grains de poussière placés dans l'intérieur de la gare St-Lazare. Si l'on admet de plus que ces grains ne se déplacent que d'une longueur égale à leur diamètre dans l'espace d'une journée, on ne s'étonnera pas que Sir J. Jeans n'admet la probabilité d'une collision entre deux étoiles que chaque trillion d'années. Ceci admis, il est clair qu'un tel événement est incompatible avec la fréquence de l'apparition des Novæ. On peut objecter que le calcul du savant anglais ne tient pas compte du nombre des astres obscurs qui parcourent le ciel et dont le nombre peut être très grand. Mais, même en admettant que ce nombre soit plusieurs fois supérieur à celui de toutes les étoiles visibles, la conclusion précédente n'en subsisterait pas moins.

Le nombre des Novæ dues à cette cause doit, en conséquence, être très petit par rapport à la totalité de celles qui se produisent.

Une autre hypothèse, au premier abord plus vraisemblable, a été émise par Seeliger, « ainsi que nous l'avons dit plus haut, à propos de la Nova Anderson. Cet astronome pense que la transformation d'une étoile en Nova serait provoquée par le passage de cet astre à travers un nuage cosmique suffisamment dense. Tel un bolide s'allume en traversant les couches supérieures de l'atmosphère. A la vérité on explique bien l'accroissement de l'éclat de l'étoile.

Il faudrait néanmoins que ce nuage fut suffisamment dense. Enfin, l'hypothèse de Seeliger est impuissante à fournir une explication des modifications finales de la Nova, modifications dont je vais parler dans un instant. Ces deux hypothèses envisagent exclusivement des causes extérieures à l'étoile. Les progrès récents de la physique atomique ont permis aux astrophysiciens d'établir une théorie explicative des Novæ uniquement basée sur la constitution interne des étoiles.

Avant de l'exposer, je veux décrire les faits que l'examen spectroscopique des Novæ a mis tout dernièrement en évidence.

A cet égard, je ne saurais mieux faire que d'emprunter (1) au professeur E.-A. Milne, l'éminent savant anglais, les grandes lignes de l'exposé de cette question.

« Le spectre d'une Nova montre que l'explo-
« sion s'accompagne de l'émission de courants
« ou de jets de gaz dans des directions variées
« à la vitesse considérable d'environ 1.500 kilo-
« mètres par seconde. Il ne fait guère de doute,
« que ce gaz soit une portion de l'atmosphère
« de l'étoile chassée par la pression de radia-
« tion énormément accrue.

« Il y a quelques années, étant engagé dans
« une discussion à ce sujet, j'ai trouvé que les
« étoiles les plus chaudes auraient de la diffi-
« culté à retenir certains éléments tels que le
« calcium. La puissance de la radiation éma-
« nant de la Nova et absorbée par les atomes,
« ainsi qu'en témoignent les raies du spectre,
« doit être assez forte non seulement pour équi-
« librer la gravitation à la surface de l'étoile,
« mais même pour repousser ces atomes dans
« l'espace à la façon d'une pluie dirigée de bas
« en haut.

« Poursuivant cette étude, je suis parvenu
« à établir que la vitesse ainsi communiquée
« aux atomes était précisément de l'ordre de
« celle fournie par le spectroscope.

« Ainsi l'accroissement énorme de l'éclat ex-
« pulse de façon explosive, certaines portions
« de l'atmosphère de l'étoile qui s'éloignent
« dans l'espace.

« Cette répulsion d'atomes doit être maxi-
« mum en même temps que l'étoile atteint son
« plus grand éclat.

« Lorsque l'étoile décline, il est probable que
« certaines des couches gazeuses ainsi expulsées
« continuent à s'éloigner de l'astre. Quant à la
« Nova, si on l'examine quelques années après
« l'explosion, on constate qu'elle a repris son
« éclat primitif. Toutefois son spectre est dif-
« férent, il est maintenant du type Wolf-Rayet.»

On sait qu'il est caractérisé par des lignes brillantes, appartenant à l'hydrogène et à l'hélium, c'est-à-dire qu'il décèle de très hautes températures, les plus élevées du monde stellaire.

On tire de là une conclusion très importante : si l'éclat *total* de l'étoile est celui qu'il possédait avant l'explosion, par contre son éclat par unité de surface s'est considérablement accru, par suite de l'élévation de la température superficielle de l'astre.

La coexistence de ces deux faits implique forcément une diminution de la surface de l'étoile, et par suite celle de son rayon et de son volume. Cette réduction du rayon peut être de 10 à 1 et même davantage.

Il s'ensuit de cet exposé que l'astre s'est effondré sur lui-même. L'astre est devenu plus petit mais en même temps sa température s'est accrue.

Ainsi, alors que les parties extérieures de la Nova sont chassées hors d'elle, ses parties internes se contractent.

On doit admettre qu'en raison de sa très faible densité, la matière ainsi projetée dans l'es-

(1) Discussions sur l'évolution de l'Univers, traduit de l'anglais par Couderc. Gauthiers-Villars, éditeur.

pace n'a qu'une masse insignifiante par rapport à celle totale de l'étoile. Cela étant, cette dernière est restée pratiquement constante. Comme le volume de l'astre a fortement diminué, il s'ensuit que sa densité moyenne s'est fortement accrue.

On aura une idée de cet accroissement en observant que le volume final peut atteindre et même être moindre que la dix-millième partie du volume initial.

On trouve précisément dans le ciel des étoiles très denses. Ce sont les naines blanches et les noyaux des nébuleuses planétaires. D'après le professeur Milne, ces dernières seraient probablement des ex-Novæ exceptionellement belles, dans lesquelles les gaz expulsés constitueraient une nébulosité permanente autour de l'astre. Il est naturel d'admettre que les naines blanches sont aussi d'ex-Novæ qui se seraient effondrées.

L'une des plus remarquables est Sirius B, dont la densité atteint la valeur remarquablement élevée de 61.000, c'est-à-dire 3.000 fois celle du platine ! Une autre est celle dite de Van Maanen : presqu'aussi dense que la précédente.

*
* *

Il reste à déterminer la cause de cet effondrement gigantesque.

A cette question, l'astronome Milne répond comme suit :

« Dans mes recherches sur la structure stel-
« laire, j'ai rencontré des circonstances où cet
« affaiblissement arrive. On discute beaucoup,
« présentement le fait de savoir si les étoiles
« sont constituées ou non par un gaz parfait.
« Il est exact que le mathématicien peut cons-
« truire en imagination des figures de gaz par-
« fait, qui, en quelque façon, peuvent ressem-
« bler aux étoiles, mais ce ne sont pas les seules
« figures qu'il puisse construire. Nous connais-
« sons aussi une autre phase de la matière ga-
« zeuse qui est l'état dégénéré. C'est l'état au-
« quel parvient cette matière lorsque sa den-
« sité devient très grande par rapport à une
« certaine fonction de la température. Nos con-
« naissances, sur ce sujet, sont dues au mathé-
« maticien anglais Dirac et au savant physi-
« cien italien Fermi.

« D'autre part, Fowler a montré qu'une étoile
« dense telle qu'une naine blanche se trouve
« en cet état. »

Les couches d'électrons qui entourent le noyau de l'atome sont alors arrachées ou réduites à la couche interne K. la plus proche du noyau. Ce dernier constitue la presque totalité de la masse de l'atome, tandis que son diamètre est très petit par rapport à celui de l'atome entier.

On conclut de là que la diminution de la distance des noyaux, rendue possible par l'arrachement total ou partiel des couronnes d'électrons, doit accroître énormément la densité de l'astre.

Le professeur Milne dit encore : « Je crois en
« fait que les étoiles purement gazeuses seraient
« instables et ne sauraient exister dans la Na-
« ture. Il est probable que toutes les étoiles
« possèdent un petit noyau dense — sorte de
« pierre de fondation — région centrale de
« matière à l'état dégénéré. Quand la radiation
« interne d'une telle étoile décroît la grandeur
« du noyau varie.

« Le comportement du noyau est très com-
« plexe et je n'ai pas été capable jusqu'ici de
« le suivre en détail. Mais, il apparaît que pour
« certaine valeur critique du rayonnement, le
« noyau augmente soudainement de rayon, par
« suite de l'effondrement de l'enveloppe ga-
« zeuse. »

Ce dernier phénomène est la conséquence de la transparence de la matière dégénérée vis-à-vis des radiations du noyau. Il est nécessaire de fournir à ce sujet quelques explications :

Lorsque l'atome est complet et qu'une radiation l'atteint, si le quantum d'action qui lui correspond est suffisamment grand, il arrache un électron d'une des couronnes périphériques. L'énergie ainsi fournie par la radiation provoque son affaiblissement. Elle est vite absorbée — partiellement ou totalement. On conçoit alors que, si tous les électrons sont arrachés, une radiation ne subisse aucun affaiblissement en traversant le noyau.

Ainsi la matière dégénérée est plus transparente aux radiations qu'un gaz parfait. Pour cette raison la température du noyau dégénéré sera généralement inférieure à celle du même noyau constitué par un gaz parfait.

Considérons dès lors un atome de l'enveloppe entourant le noyau de l'astre, il est soumis à deux forces antagonistes qui sont, d'une part, la gravitation et d'autre part la pression de radiation.

Du fait de la plus faible température du noyau dégénéré, la gravitation doit l'emporter sur la pression de radiation. L'atome doit donc tendre à se précipiter vers le noyau.

La diminution de la pression de radiation va donc se propageant du noyau vers la surface. Dans certaines conditions favorables, l'effondrement de l'enveloppe prendra une allure cataclysmique et une Nova apparaîtra dans le ciel. Cette théorie explicative ne rend toutefois pas compte du changement temporaire de coloration, tel que celui présenté par la Pélerine de Tycho-Brahé.

Une telle variation — du blanc au rouge et vice-versa — paraît impliquer un refroidisse-

ment superficiel de l'astre. Il est probable qu'il est dû à un arrêt temporaire de la contraction de l'enveloppe, voire à une dilatation également temporaire de cette dernière. Ce serait là une pulsation telle que celle des Céphéides. Quoi qu'il en soit, on peut penser que la variation du rapport des rayons du noyau et de l'astre entraîne aussi la variabilité dégénérée de la durée et de l'éclat maximum des Novæ. Ces éléments étant d'autant plus grands que le rapport précité est plus petit.

Si l'étoile qui s'effondre est en état de rotation, sa vitesse angulaire croîtra du fait de l'écroulement. Il pourra en résulter une scission de l'astre. Sir J. Jeans a prévu ce phénomène confirmé par l'apparition de Nova Pictoris, il y a quelques années.

Les deux fragments ainsi produits peuvent rester écroulés et par conséquent très denses. Dans d'autres circonstances — que le professeur Milne ne précise d'ailleurs pas — et à la condition que leur énergie interne soit suffisante, les deux fragments pourraient en se dilatant se ressouder à nouveau et reproduire ainsi une étoile géante.

Dans les Novæ se manifeste ainsi une double évolution. D'une part, ces étoiles s'écroulent sur elles-mêmes en donnant naissance à des naines blanches, peut-être aussi à des nébuleuses et à des étoiles doubles. D'autre part, il y a projection dans l'espace de nébulosités qui viennent renforcer le nuage cosmique dont j'ai parlé précédemment (voir le numéro de la *Revue Scientifique* du 11 février dernier).

Comme le suggère Vorontzof-Veliamenov, il est d'ailleurs possible que ces projections soient justement l'origine du nuage cosmique.

***

L'étude précédente amène tout naturellement à se poser la question que voici :

Qu'adviendrait-il de la vie terrestre dans le cas où le soleil passerait par le stade d'une Nova ?

Cette première question suscite immédiatement la suivante.

Le Soleil passera-t-il par le stade sus-visé?

Pour répondre à cette dernière, je me référerai à ce qui a été dit à ce sujet au début de la présente étude.

Il y a été établi que, selon toute probabilité, chaque étoile passe par l'état de Nova au moins une fois dans son existence.

Par ailleurs, et pour des raisons tirées de la densité assez faible du Soleil (1,4) et aussi d'ordre paléontologique, il paraît certain que le Soleil n'a pas encore franchi le stade en question.

D'où cette conclusion probable :

Le Soleil se transformera tôt ou tard en Nova.

Le jour où se produira la chose, sa magnitude absolue qui est 5 grandira jusqu'à —6,1.

A l'instant où ce maximum sera atteint, il rayonnera 25.000 fois plus qu'aujourd'hui.

Un tel accroissement sera dû, partie à celui de sa température, partie à celui de sa surface.

Admettons qu'au cours de cette évolution le Soleil suive le cycle décrit par Sirius B, sa température à l'instant du maximum d'éclat pourra atteindre 18.000°, soit trois fois celle actuelle.

Dans ces conditions, la loi de Stefan veut que l'énergie rayonnée par unité de surface, soit 81 fois supérieure à celle émise aujourd'hui.

Il en résulterait un accroissement de la température terrestre qui, à première vue semblerait devoir entraîner la suppression totale de la vie à la surface du globe.

Une telle conclusion serait sans doute un peu exagérée. Tout d'abord, l'accroissement de l'évaporation des mers entraînerait la formation d'épais nuages, formant écran contre la radiation solaire.

D'un autre côté, la fusion rapide des glaciers atténuerait encore les effets de cette radiation.

La température des eaux marines profondes resterait sans doute inchangée en raison de la faible durée du maximum d'éclat.

On ne doit pas non plus perdre de vue qu'une des deux régions polaires échapperait pour une bonne part aux effets de l'élévation de la température.

Une partie de la faune marine et une autre — à la vérité très réduite — de la faune et de la flore terrestres pourraient donc échapper à la catastrophe solaire. La grandeur de la destruction serait bien entendu en rapport direct avec la durée du maximum d'éclat. Je n'ai envisagé jusqu'à présent que la période évolutive de cette dernière. Il faut examiner ce qui se passerait lorsque cette période aurait pris fin.

Dans l'hypothèse où je me suis placé le Soleil aurait une densité de 61.000, c'est-à-dire que son volume serait 41.000 fois plus petit et sa surface 1.230 fois.

L'énergie rayonnée par suite de sa surface serait sans doute 81 fois plus grande, mais en raison de la réduction de la surface solaire, l'énergie reçue par la Terre serait en définitive 15 fois plus petite qu'aujourd'hui.

Une autre conséquence de l'élévation de la température solaire serait tout aussi désastreuse pour la vie.

La loi de Wien a en effet pour conséquence que la longueur d'onde de l'énergie correspondant au maximum d'émission varie en raison inverse de la température absolue. Il s'ensuivrait donc un accroissement considérable de l'intensité des radiations ultra-violettes reçues par la Terre. On sait le rôle destructeur de ces radiations.

Pour les deux raisons que je viens de dire il est vraisemblable que l'établissement du régime solaire final coïnciderait avec la destruction des derniers êtres vivants.

Je me suis d'ailleurs placé dans un cas extrême. Rien ne permet d'affirmer qu'il serait réalisé, or avec des accroissements de la densité solaire de l'ordre de 100, il me paraît que la vie pourrait continuer en s'adaptant aux nouvelles conditions solaires. Une remarque essentielle s'impose : rien, jusqu'à présent ne permet de prévoir, tout au moins à brève échéance, la venue d'une catastrophe, telle que celle décrite plus haut. On jugera avec moi que c'est là chose fort heureuse.

Enfin, il est probable, mais par conséquent pas certain, que des milliers de millénaires s'écouleront encore avant que l'humanité assiste à pareil événement.

LES RAPPORTS ENTRE LA GÉODÉSIE ET LA PHOTOGRAMMÉTRIE [1]

par **H. ROUSSILHE**

Ingénieur hydrographe en Chef
Chef du Service de la Photographie aérienne au Ministère de l'Air

Toutes les méthodes de lever de plans sont d'accord sur un *principe* absolu, dont l'application est organisée depuis plus de 3 siècles : l'emploi des procédés courants pour le lever des détails (topographie ou topométrie) conduit à une *accumulation rapide des erreurs de mesure* (distances ou angles).

Pour limiter convenablement cette conséquence inévitable des procédés mis en œuvre, et pour assurer, en particulier, le *raccordement* convenable des feuilles de plan d'un lever de grande étendue, il est indispensable d'appuyer les mesures de détail sur un *canevas indéformable*, qui est généralement constitué, depuis *Snellius* (1617), par une *triangulation*, de densité et de précision parfaitement déterminées en fonction du but à atteindre, c'est-à-dire de l'échelle et de la précision du plan à lever (en principe, 3 à 4 points au moins par feuille de plan sont reconnus nécessaires pour appuyer les déterminations de détail) (fig. 1).

Exceptionnellement, et notamment dans certains levers d'itinéraires (zones inaccessibles à la triangulation, études de chemins de fer, plans de corps de rue, etc.) on peut remplacer la triangulation par un *cheminement*, calculé ou graphiqué, fournissant, dans un système de coordonnées approprié, les positions d'un certain nombre de points de la polygonale (intervalle et approximation à déterminer).

Mais, en général, le canevas du lever est constitué par un réseau de triangles, dont *la forme* est définie par la mesure des angles (en totalité ou en partie), dont l'*échelle* est fixée dès qu'on connaît la longueur d'un côté (mesure d'une base et jonction au réseau).

En somme, on ne fait pas autre chose, en cette matière, que prévoir des fondations pour construire une maison, des piles pour établir un pont, ou, si vous voulez, une trame solide et indéformable, pour apprendre aux petites filles à faire de la tapisserie. C'est sans doute l'origine du mot « canevas ».

***

Un *deuxième principe*, — également d'application générale dans tous les travaux topographiques ou topométriques sérieux, — consiste à réserver, pour un nombre suffisant de déterminations, des *contrôles* efficaces, de façon que les positions correspondantes contiennent *la preuve de leur exactitude*, ou, — pour plus de précision dans le langage, — de façon à calculer leur erreur moyenne. C'est ce qui constitue l'intérêt majeur du procédé de la triangulation dans l'établissement d'un canevas fondamental : en principe, chaque point du réseau devra être déterminé par 3 lieux géométriques

(1) Conférence faite le 8 juin 1932, au Conservatoire des Arts-et-Métiers, par M. H. Roussilhe, Ingénieur Hydrographe en Chef, Chef du Service de la Photographie Aérienne au Ministère de l'Air.

au moins, de précision comparable et se coupant sous des angles convenables. Or les divers lieux géométriques correspondant à l'observation des angles sont de deux espèces (fig. 2) :

a) *Visée d'intersection*, effectuée d'un point connu S vers un point inconnu M, le gisement SM étant donné par une direction de référence connue SR, la mesure effectuée étant l'angle A=RSM.

b) *Segment capable*, correspondant à la mesure d'un angle M entre les directions MC, MD de deux points connus C et D.

Les diverses combinaisons possibles de ces lieux géométriques conduisent à adopter, pour la détermination des points du réseau, 3 méthodes différentes (fig. 3) :

1) *Station de relèvement* en M (3 segments capables indépendants, par visées sur 4 points connus A B C D, dont les positions isolées doivent être choisies de manière que les segments capables se coupent à 60° environ).

2) *Station de recoupement* en M (2 visées d'intersection AM, BM, et un segment capable au moins, AMB par exemple).

3) *Point par intersection* (3 visées d'intersection au moins, AM, BM, CM).

On peut évidemment concevoir l'exécution d'une triangulation d'ensemble par petits triangles entièrement stationnés (tous les angles étant mesurés), mais, là encore, l'accumulation des erreurs deviendrait rapidement intolérable,

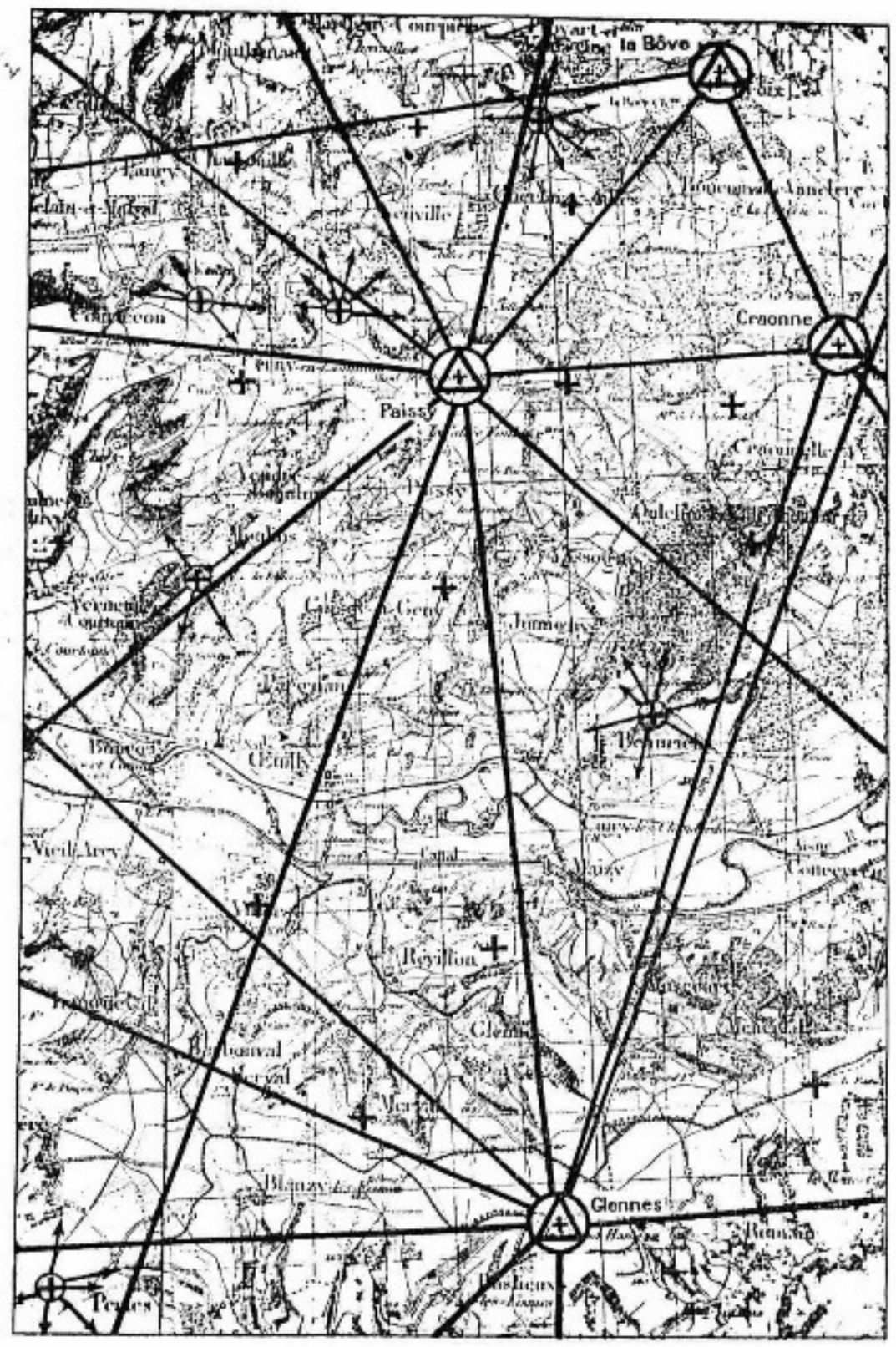


Fig. 1.

et l'on doit d'autre part proportionner le choix des instruments utilisés, ainsi que la durée et la précision finale des mesures d'angles, à l'approximation reconnue nécessaire et suffisante. On est donc finalement conduit à décomposer la triangulation générale en *réseaux successifs*, de densités croissantes, et pour chacun desquels on mettra en œuvre des matériels appropriés.

Si l'on admet pour tous ces réseaux (c'est une question de bon sens), la même approximation linéaire dans le rattachement d'un point à ceux

qui le déterminent, — par exemple 0 m. 075, limite d'approximation des grandes triangulations, — le tableau ci-après donne la définition théorique des réseaux successifs d'une triangulation générale (fig. 4).

On voit qu'une feuille de plan format Grand Aigle contiendra en général 4 points de 5e ordre (échelle 1/1.000), ou 12 (échelle 1/2.000).

La densité adoptée pour le réseau de 5e ordre correspond en moyenne à 1 *point par* 30 *hectares* (résultat à retenir).

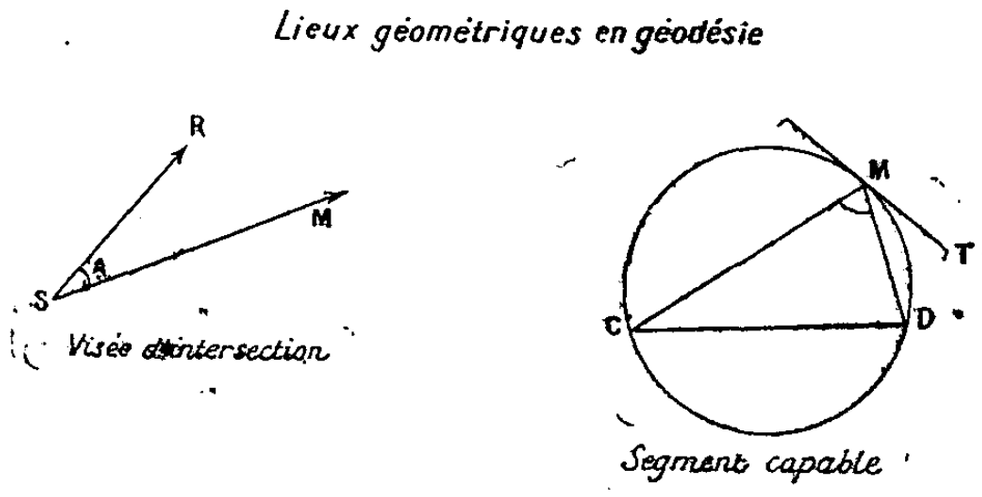


Fig. 2.

D'autre part, l'approximation finale des points calculés peut être évaluée, dans les conventions générales de la théorie des erreurs, à :

0 m. 075 $\sqrt{5}$ = 0 m. 17 (compatible avec les grandes échelles de rédaction envisagées).

Or, les travaux topométriques de lever de détail permettent de relever, pour des distances moyennes de 64 m., la longueur à 0 m. 02 près, la direction à 2 centigrades près, — les stations étant centrées à 1 centimètre près. On peut donc admettre, pour les relevés de détail, et toujours en appliquant brutalement la théorie des erreurs, une approximation moyenne de :

$$\sqrt{8\,[(0{,}02)^2+(0{,}02)^2+(0{,}01)^2]}=0\text{ m. }085$$

avec tolérance du double (0 m. 17).

On se trouve donc exactement dans les limites où le lever de détail peut être compensé sur le réseau de 5e *ordre*, et la densité limite de ce réseau (1 point par 30 hectares) correspond en somme à un compromis rationnel entre l'approximation des opérations de détail et celle qu'on peut demander à une excellente triangulation d'ensemble.

J'ajoute, pour terminer cet exposé général, que la précision requise dans cette triangulation correspond à une technique très délicate, et sur laquelle je ne m'étendrai pas :

Instruments spéciaux,

Méthodes d'observation,

Systèmes de coordonnées,

Procédés de calcul (coordonnées géographiques ou rectangulaires),

Compensation des résultats.

C'est une *science* et *c'est un métier*.

*
* *

La mise en œuvre des principes généraux qui précèdent se modifie singulièrement lorsqu'on a à effectuer non plus un lever régulier entièrement nouveau, mais seulement *la révision d'un plan graphique existant*.

Plus simple en apparence, le problème est en réalité beaucoup plus délicat. Mais un *principe* reste immuable : il n'y a rien à faire pour réviser une feuille de plan si on ne retrouve pas sur le terrain 3 ou 4 points au moins, encore représentés exactement sur le plan ancien. Un *canevas fondamental* est donc encore indispensable, mais, cette fois, dans l'impossibilité de le calculer, on le considère comme suffisamment défini par des *positions graphiques*.

Encore est-il nécessaire :

a) De reconnaître ces *points fixes*,

b) De les sélectionner et d'évaluer leur approximation,

c) D'effectuer, suivant un procédé qui dépend de cette approximation, le lever des détails à ajouter ou la reconnaissance de ceux qu'il faudra supprimer,

d) Enfin, — et c'est l'opération la plus difficile, par suite des déformations plus ou moins régulières du papier sur lequel a été dessiné le plan ancien, — *appliquer* le plan nouveau sur le plan ancien, et tenir compte avce soin des déformations générales ou des torsions locales du papier.

Là encore, le principe des *contrôles* doit être respecté : en augmentant (si on le peut) la densité du réseau graphique des points fixes, on

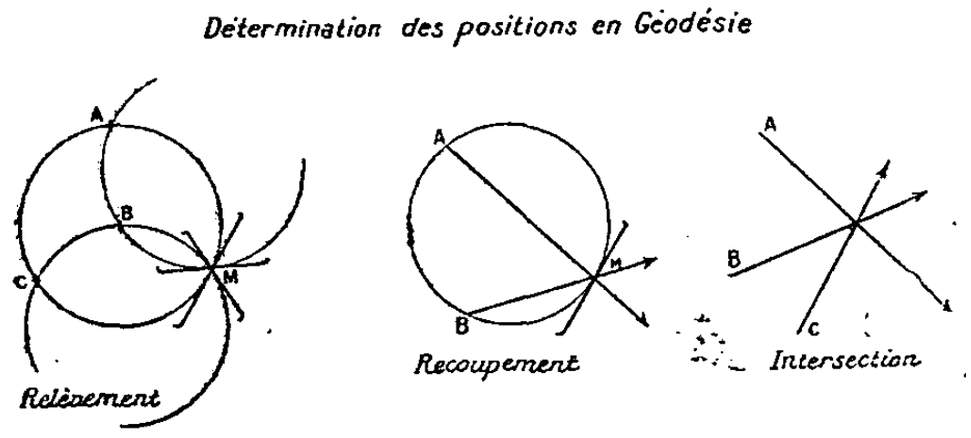


Fig. 3.

freinera au surplus l'accumulation des erreurs dans le travail de révision.

Les règles générales restent donc les mêmes : il n'y a que la nature et le mode d'établissement du canevas fondamental qui soient modifiés.

*
* *

Arrivons maintenant à l'*emploi de la photogrammétrie*.

La photographie (terrestre ou aérienne) permet de recueillir rapidement, et de conserver

sous une forme quasi-inaltérable, la plus grande partie des éléments d'un lever de détails.

Mais son *exploitation régulière*, — c'est-à-dire la transformation de ses données en élé-

Ordre	Longueur moyenne des côtés	Longueur moyenne des visées	Instrument employé	Précision de mesure d'un angle	Nombre de réitérations	Erreur finale des angles	Approximation des rattachements
1	40 K.	40 K	Cercle azimutal Théodolite	5"	20	1" 2	0m 075
2	15	30		5	10	1,6	0, 075
3	6	10		10	8	5,0	0. 075
4	2	5		20	4	10, 0	0, 075
5	0,5	1,5		50	2	36, 0	0, 075

Fig. 4.

ments du plan graphique, — nécessite encore l'emploi d'un *réseau fondamental*, — *calculé* ou *graphiqué*, suivant la nature et la précision du travail à entreprendre.

De plus, on peut concevoir la photogrammétrie comme un moyen de déterminer entièrement ce canevas, ou de le compléter s'il est connu en partie.

J'examinerai successivement ces quatre problèmes, et les traiterai spécialement en ce qui concerne la *photographie aérienne*.

***

A) Emploi d'un canevas graphique.

Lorsqu'il s'agit de réviser la planimétrie d'un plan existant, la méthode la plus souple consiste à projeter une photographie aérienne sur ce plan, en employant la méthode dite du *redressement*.

Pour un plan au 1/2.500 par exemple, on prendra des photographies aériennes *à peu près horizontales* et à l'échelle moyenne du 1/6.000 (objectifs de 0 m. 20 - 0 m. 30 ou 0 m. 50, — altitudes de vol 1.200 m. - 2.000 m. ou 3.000 m.). Chaque cliché sera alors, au moyen d'un appareil automatique simple, reproduit photographiquement à l'échelle convenable, en l'agrandissant 2,4 fois (excellente condition pour le maintien de la finesse des images photographiques, pour le bon fonctionnement optique de l'appareil, et pour un meilleur rendement des clichés) (fig. 5 et 5 *bis*).

En fait, le résultat obtenu correspond à *l'application du terrain sur le plan* : la méthode n'est justifiée que si le cliché aérien est pris et redressé avec toutes les précautions d'usage, la photographie devant respecter dans les deux cas (prise de vues et épreuve redressée), — ou tout au moins dans leur résultante, — les principes de la géométrie perspective.

D'autre part, le cliché photographique n'est une perspective plane d'une carte du terrain que si celui-ci n'a pas de relief : dans tout autre

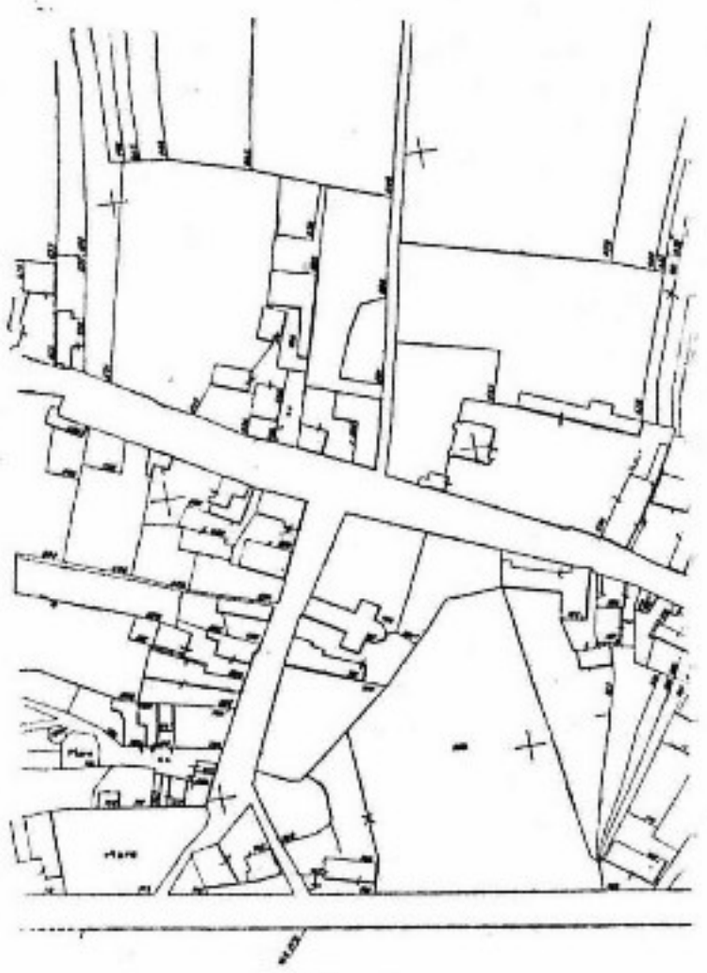


Fig. 5.

cas (et c'est la règle générale), on ne devra utiliser le procédé qu'en effectuant, par toute méthode appropriée (graphique, semi-graphique, ou automatique) une véritable *restitution*, qui tiendra compte des déformations dues au relief et donnera les altitudes du terrain, — ou encore (et c'est un cas fréquent lorsqu'il s'agit de révision du Cadastre), en multipliant le nombre des redressements, et en travaillant chaque

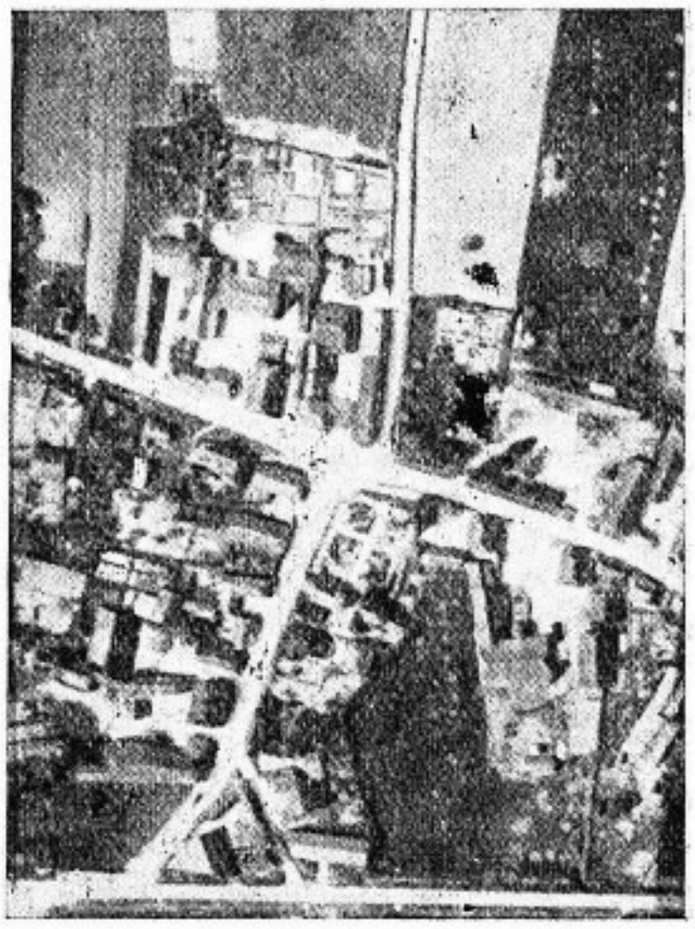


Fig. 5 *bis*.

fois sur de petites facettes de terrain *pratiquement planes*.

Dans une hypothèse comme dans l'autre,

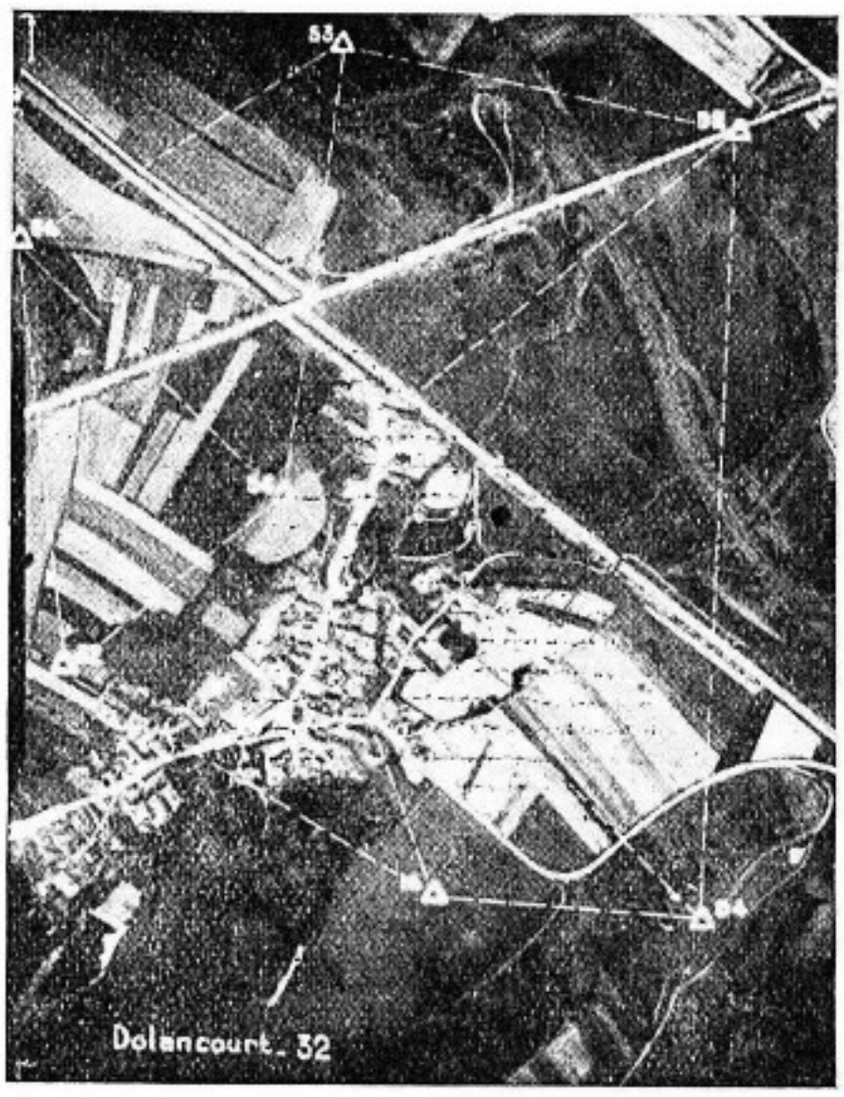


Fig. 6.

l'exploitation d'un cliché aérien (par redressement ou par restitution), doit être appuyée sur 3 ou 4 points de repère au moins, — véritables *points fixes*, dont les positions sont extraites du plan lui-même.

Pour une plaque 18/24 à l'échelle du 1/6.000, la surface couverte est environ :

1.000 × 1.400 m., soit 140 hectares.

La densité du canevas graphique nécessaire est donc de 1 *point par* 35 *hectares*. Mais on aura toujours avantage à corser cette densité, et l'expérience montre, en matière de plans cadastraux anciens, qu'on trouve presque toujours (surtout dans les contrées très morcelées) 1 *point fixe par* 15 *hectares, soit* 8 à 10 points fixes par cliché 18/24 à l'échelle du 1/6.000.

Il est intéressant d'ajouter que la photographie aérienne fournit, pour la solution de ce problème délicat, une *documentation graduée* et dont l'utilisation est extrêmement simple :

1° Reconnaissance générale du terrain, et, — par simple confrontation du plan ancien et des épreuves photographiques, — étude des modifications à faire subir au plan (nature, importance et nombre) ;

2° Recherche et sélection des points fixes, par mise en coïncidence, dans une zone étendue, du plan ancien et de la projection du cliché correspondant ;

3° Détermination, en respectant l'échelle locale et les déformations du papier, des éléments de la révision elle-mème (omissions, erreurs, suppressions).

* *

B) Emploi d'un canevas calculé.

S'il s'agit d'effectuer un lever régulier à l'échelle E, les photographies aériennes sont prises par exemple à l'échelle $\frac{E}{2.4}$, avec le recouvrement 1/2 dans les deux sens, de façon que

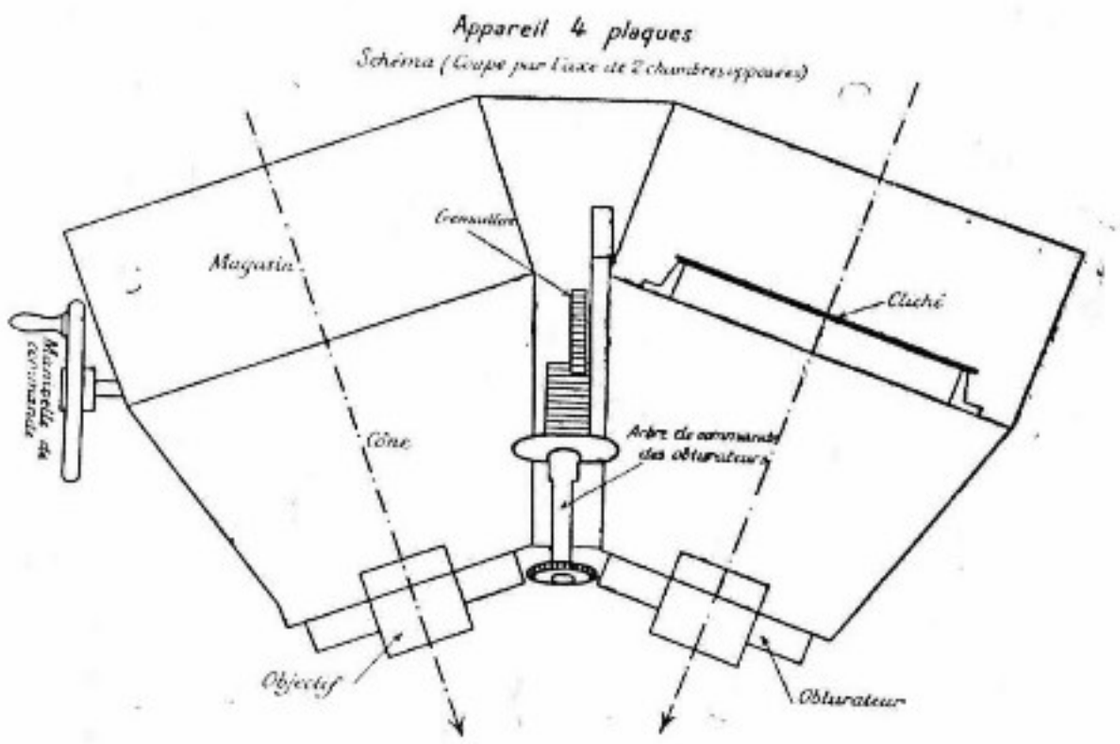


Fig. 7.

tout le terrain soit recouvert 2 fois au moins, 4 fois au plus.

Quelle que soit la méthode employée pour la restitution définitive (semi-automatique ou automatique), il sera nécessaire de disposer, dans l'étendue de terrain couverte par chaque cliché,

de 4 points de repère calculés en coordonnées planes X, Y, et en altitude Z. Ce nombre est *suffisant* si les points sont choisis dans les zones communes aux clichés contigus. Il est nécessaire si l'on veut éviter toute ambiguité dans le travail de restitution.

Par exemple, pour un lever cadastral à l'échelle E = 1/2.000, les clichés (horizontaux ou inclinés) seront pris à l'échelle moyenne e = 1/4.800, c'est-à-dire dans les conditions suivantes :

Longueur focale de l'objectif ..	0 m. 30	0 m. 50
Altitude de vol	1.600 m.	2.400 m.

Pour un cliché 18/24 (1) (surface utilisée 17 × 23) la zone de terrain couverte correspond à un rectangle de 816 m. × 1.104 m., soit, en surface, 90 hectares.

Par suite, *la densité* du canevas nécessaire sera de 1 *point par* 22,5 *hectares* environ (côtés de 500 m. en moyenne).

Quant à *la précision*, elle devra être de l'ordre de 0 m. 20 pour les coordonnées. Ce nombre est en effet compatible avec la précision limite des déterminations graphiques (1/10 de millimètre à l'échelle du 1/2.000), comme avec l'approximation même des images photographiques (1/20 de millimètre représente 0 m. 24 à l'échelle du 1/4.800).

On se trouve donc exactement dans les conditions prévues précédemment pour une triangulation générale de 5e ordre *très précise*, — et l'exploitation des photographies aériennes pourra et devra être traitée avec toutes les précautions requises pour des levers topométriques normaux, — chaque cliché correspondant en somme à une station dont le carnet est enregistré presque instantanément, et dont le *rendement en surface* est de 22,5 *hectares*.

Dans les mêmes conditions, on constaterait aisément qu'un lever phototopographique général à l'échelle du 1/10.000 devra être basé sur un canevas de 4e ordre (côtés de 1.800 m. en moyenne, densité 1 point par 250 hectares, approximation moyenne 0 m. 50) (fig. 6).

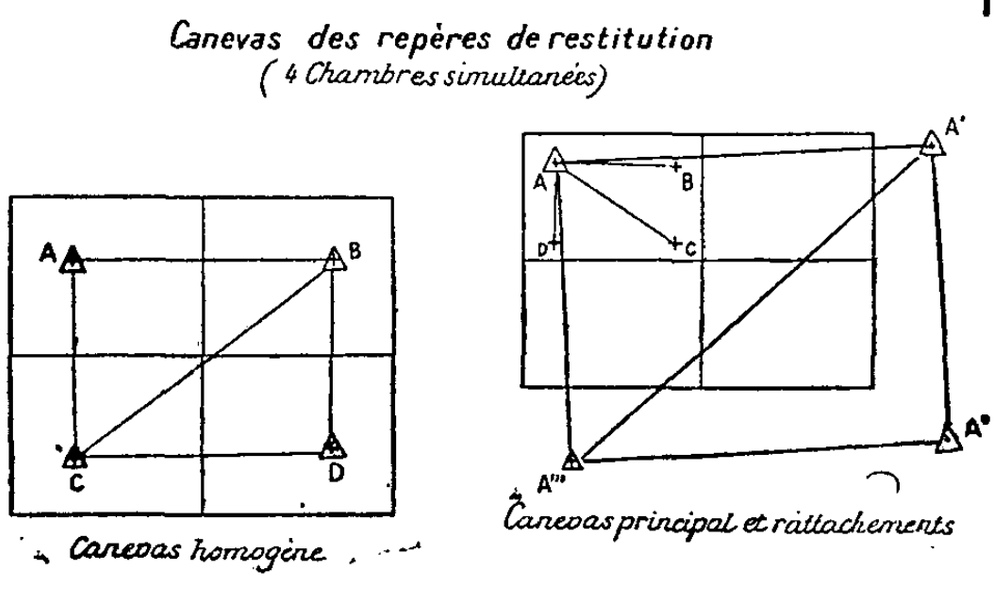


Fig. 8.

*
* *

Ces obligations sont encore très dures, et, si on les rapproche des difficultés de la navigation aérienne, ainsi que du désir bien naturel d'augmenter le rendement de chaque station photographique en surface, on est très vite amené à améliorer la solution en variant convenablement les 3 facteurs principaux de la prise de vues : *focale des objectifs, altitude de vol* et *qualité des émulsions*. Mais, ne l'oublions pas, ces 3 questions se tiennent, et tout effort serait vain, qui consisterait à réaliser des appareils de photographie aérienne à grand rendement, sans améliorer en conséquence les plaques et les pellicules (finesse, sensibilité et absence de déformations).

Supposons résolu le problème des *appareils photographiques à très grand champ*. En l'absence d'objectif grand-angulaire convenablement corrigé, on emploiera par exemple (c'est le type d'appareil qu'étudie pour moi M. Poivilliers depuis 2 ans, et que je suis prêt à faire construire), — 4 chambres munies d'objectifs de 0 m. 30, travaillant simultanément sur des plaques 18 × 18, les axes optiques étant inclinés de 25° environ sur la verticale : pour une altitude de vol de 1.600 m., la surface couverte sur le terrain par le groupe de 4 clichés simultanés sera, par rapport au cas précédent, un peu plus que *quadruplée* : 400 hectares au lieu de 90. Le rendement utile, pour des recouvrements moyens de 1/2 dans les deux sens, sera donc de 100 hectares au lieu de 22,5. La densité moyenne du canevas géodésique sera portée à 1 point par 100 hectares, donc *divisée par* 4 au moins, la précision restant fixée à 0 m. 20 pour les coordonnées (fig. 7).

On peut donc concevoir le nouveau canevas de deux façons différentes (fig. 8) :

1° Exploitation simultanée des 4 clichés d'un même groupe, donc 4 points de repère de redressement ou restitution, répartis uniformément dans un carré de 400 hectares ;

2° Redressement ou restitution d'un cliché seulement, donc 4 points de repère dans les 100 hectares couverts par ce cliché, — exploitation des 3 autres clichés du même groupe en partant des résultats fournis par le premier.

Le canevas nécessaire correspondra, dans le premier cas, à un réseau régulier de 5e ordre (carrés de 1 km. de côté), — dans le deuxième cas à un réseau régulier de 4e ordre (carrés de 2 km. de côté), 3 points de détail, situés à 500 m. l'un de l'autre, venant se greffer, par exemple par *polygonation*, sur chacun des sommets principaux (fig. 8).

(1) Je suppose qu'on emploie un appareil de photographie aérienne à plaque unique et à long foyer, 0 m. 30 ou 0 m. 50.

Il est probable, — en ce qui concerne les reconnaissances, signalisations, observations et calculs, — que le 2° type de canevas sera préférable au premier.

***

En tout cas, les axes de vol seront écartés de 1.100 m. au lieu de 550.

L'échelle d'ensemble sera à peu près le 1/5.000 : en redressant les 4 clichés originaux, au moyen d'un appareil de transformation convenablement construit et réglé, on obtiendra, sur une plaque 20 × 20 de finesse 1/50 de millimètre au moins, un cliché unique à l'échelle du 1/10.000 environ, couvrant une surface utile de terrain de 2.000 m. × 2.000 m., et pouvant supporter, soit dans un appareil quelconque de redressement, soit dans l'exploitation directe à l'aide d'un appareil de restitution, stéréoscopique ou autre, un agrandissement 5.

L'échelle finale de rédaction reste donc le 1/2.000, mais on aura, d'un coup, les éléments de dessin de détail pour une surface graphique de 1 mètre carré.

On voit comment l'amélioration du matériel de prise de vues peut simplifier considérablement le problème géodésique, et rendre moins coûteuse la solution nécessaire.

J'ajouterai, pour terminer cette question du canevas régulier nécessaire à l'exécution des travaux phototopographiques, qu'il est toujours préférable de constituer la triangulation normale avant la prise des photographies aériennes, et d'équiper les signaux de manière qu'ils soient nettement visibles sur les clichés et que leur position puisse être déterminée avec la plus grande précision possible : si, *après* la réception des photographies aériennes, on constate la nécessité de déterminer des repères de restitution différents des sommets de la triangulation principale, il est toujours possible de les déterminer rapidement, par des opérations simples en distance et direction.

***

C) Triangulation aérienne indépendante.

Depuis 8 ans, divers chercheurs, ayant en vue des applications civiles ou militaires, et notamment l'exécution d'un lever complet à petite échelle en terrain inaccessible, ont demandé à la photographie aérienne de devenir un véritable instrument géodésique, et de fournir elle-même le canevas des repères destinés d'une part au redressement ou à la restitution, — d'autre part, exactement comme en topographie régulière, au raccordement des levers partiels.

Cette idée, dont le développement aura les plus fécondes conséquences en phototopographie aérienne, ne pouvait donner de résultats pratiques qu'en mettant au point un matériel approprié : à cet égard, les premières réalisations sérieuses paraissent dues au Dr Aschenbrenner, de Munich, dont les savants travaux méritent un exposé spécial.

On prend, à l'aide d'une chambre panoramique munie de 9 objectifs de courte focale (53 *millimètres*) un cliché unique sur pellicule.

L'image centrale est à peu près horizontale et à l'échelle de 1/100.000 si l'altitude de vol est fixée à 5.300 mètres.

Un appareil spécial permet de transformer les 9 vues simultanées en un cliché unique, qui fournit en somme le même résultat qu'un objectif grand angulaire couvrant un champ total

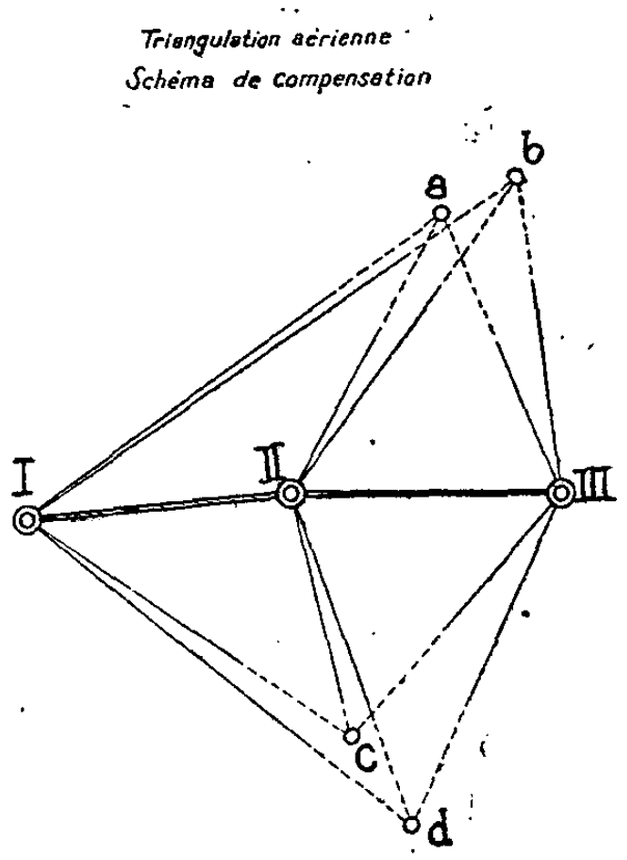


Fig. 9.

de 140°. Les raccordements paraissent assurés à 1/20 de millimètre près.

On repère alors, sur l'un de ces clichés transformés, et à l'aide d'un stéréocomparateur, le nadir des 2 clichés qui l'encadrent dans la bande de vol (recouvrement des groupes contigus : 66 o/o, donc écartement moyen des nadirs : 6 à 8 kilomètres) (fig. 9).

A l'aide du même appareil, on choisit alors, dans la surface couverte par un cliché transformé (carré de 30 km. de côté) 4 points auxiliaires, *a*, *b*, *c*, *d*, situés à peu près à la même altitude, et constituant, avec les 3 nadirs consécutifs I, II, III, une figure triangulée dont le schéma général est arrêté à l'avance, et dont les longueurs de côtés varient entre 6 et 10 km.

Si la chambre panoramique avait travaillé exactement à la verticale, les angles de cette figure, en I, II et III, seraient exactement conservés.

En fait, l'erreur de calage des prises de vues,

c'est-à-dire l'inclinaison i de l'axe optique du cliché central, peut atteindre 2 *degrés*, et, dans ces conditions, les angles mesurés au nadir (ou même au *point focal*, défini par l'inclinaison $\frac{i}{2}$) peuvent être erronés de 3 centigrades.

On mesure ces angles à l'aide d'un stéréocomparateur spécial, ou *machine à trianguler*, dont les plateaux, portant les clichés transformés, tournent autour de leur centre, la rotation étant mesurée à l'aide d'un cercle azimutal à vernier : l'approximation de mesure des angles est de 1 centigrade 3, l'identification sté-

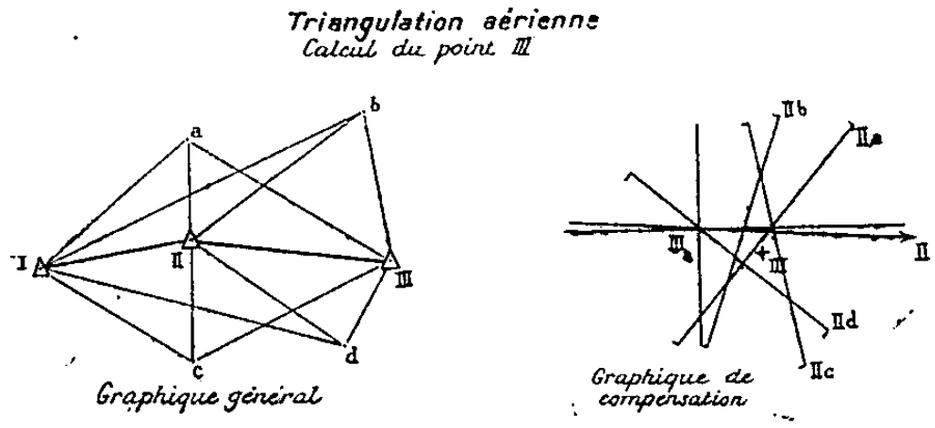


Fig. 10.

réoscopique des points du canevas s'effectue à 1/20 de mm. près, soit, pour l'échelle du 1/100.000, à 5 m. près.

Finalement, les angles en I, II et III sont mesurés à 5 ou 6 centigrades près en moyenne, soit, pour des côtés de 8 km., une erreur de position atteignant 6 *à* 8 *mètres*.

On est donc en droit de calculer, dans les mêmes conditions, une chaîne de 200 km. de long fermée sur 2 bases connues en position, l'approximation finale des cordonnées atteignant, à 100 km. des bases, 60 *mètres environ*, soit 1/2 millimètre à l'échelle du 1/100.000.

C'est sur le canevas ainsi calculé (positions planimétriques seulement) qu'on pourra alors effectuer le redressement des clichés transformés, à l'échelle du 1/100.000, ou, mieux, du 1/50.000 (agrandissement 2).

Pour le calcul des figures de compensation, M. Aschenbrenner emploie la méthode des moindres carrés, procédé long, peu justifié par l'ordre de grandeur des erreurs à craindre, et qui a l'inconvénient de noyer les erreurs systématiques, — toujours à redouter, — dans le groupe des erreurs accidentelles.

De même, lorsqu'il s'agit de fermer la chaîne calculée sur une base de contrôle, on met en œuvre les méthodes rigoureuses de la géodésie (accord des bases).

Or on peut simplifier ces procédés de calcul : il suffit de bien définir d'abord le problème.

En fait, ce n'est pas une chaîne triangulée que l'on calcule : c'est une *polygonale*, celle des points de nadir I, II, III, etc... Les angles de la polygonale sont fournis par les mesures au stéréocomparateur spécial, — les longueurs, non mesurées sur le terrain, sont remplacées par le calcul de triangles tels que I, II, *a*, dans lesquels l'angle au point auxiliaire *a* n'est pas mesuré.

Pratiquement, il s'agit donc de déterminer le point III en partant de la base I - II, et, par suite, c'est au moment du calcul du point III que doit jouer la véritable compensation des mesures surabondantes.

Pour conclure, le procédé le plus souple, — et d'ailleurs bien connu de tous ceux qui ont eu à calculer, dans les colonies par exemple, une chaîne de triangulation appuyée sur une polygonale de sommets inaccessibles, — consistera à déterminer les points *a*, *b*, *c*, *d*, — chacun par 2 visées d'intersection des stations I et II, — puis à calculer, par la *méthode du point approché*, le point III déterminé par :

la visée d'intersection II, III ;

les segments capables donnés par les angles entre II, *a*, *b*, *c*, et *d*.

Le point III (voir fig. 10) sera donc calculé par 5 lieux géométriques indépendants : on obtiendra rapidement, dans le graphique de compensation à grande échelle, la position pro-

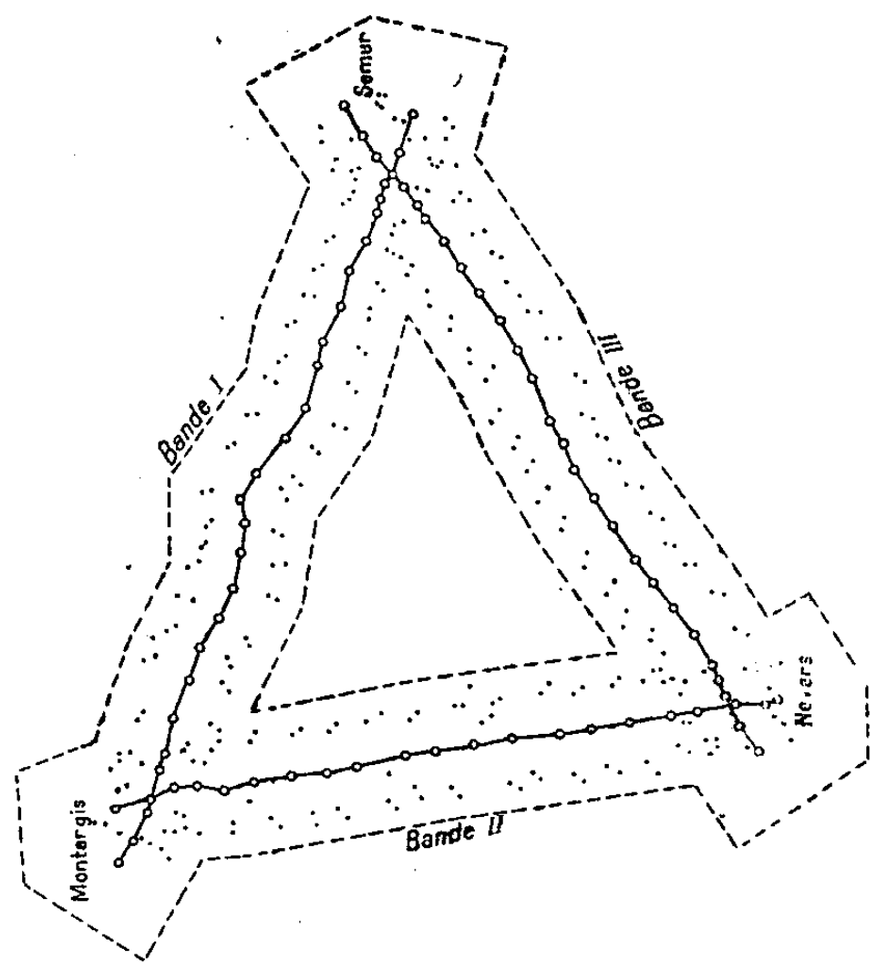


Fig. 11.

bable du point III et son rayon moyen d'indécision.

L'expérience a d'ailleurs montré que les calculs sont plus simples et moins longs : au surplus, *on voit* à chaque instant ce qu'on fait, et, en suivant attentivement la valeur du rayon d'indécision, on peut arrêter le calcul de la chaîne dès que les erreurs moyennes deviennent inadmissibles.

*
* *

Des essais concrets ont été effectués en France, depuis septembre 1931, à l'aide du matériel et des méthodes de M. Aschenbrenner, mis actuellement à la disposition d'une Société française. Une bande triangulaire de 460 km. de longueur totale a été photographiée en 2 *jours* sur une largeur moyenne de 27 km. (fig. 11).

En comparant les résultats du calcul à un réseau de contrôle provenant de la triangulation des ingénieurs géographes, on a obtenu les résultats brutaux suivants :

1) A 72 km. environ des bases de départ, les positions calculées s'obtiennent à 56 m. près (écart maximum 89 m.).

2) A 180 km. environ des bases de départ, ces écarts atteignent respectivement 239 m. (valeur moyenne) et 528 m. (valeur maximum).

3) Les résultats obtenus sont donc sensiblement moins précis qu'on pouvait l'espérer : mais une analyse méthodique des écarts constatés a fait découvrir plusieurs causes d'erreurs systématiques, dont l'importance dépasse de beaucoup celle des erreurs accidentelles de mesures d'angles :

a) Défauts de réglage dans la chambre panoramique ;

b) Influence de la température et du vent pendant le vol à 5.300 mètres d'altitude ;

c) Défauts de centrage des clichés originaux dans l'appareil de transformation des clichés multiples en une plaque unique.

Une fois de plus, on vérifie donc cette règle

Triangulation aérienne complète
(3 bandes de vol parallèles)

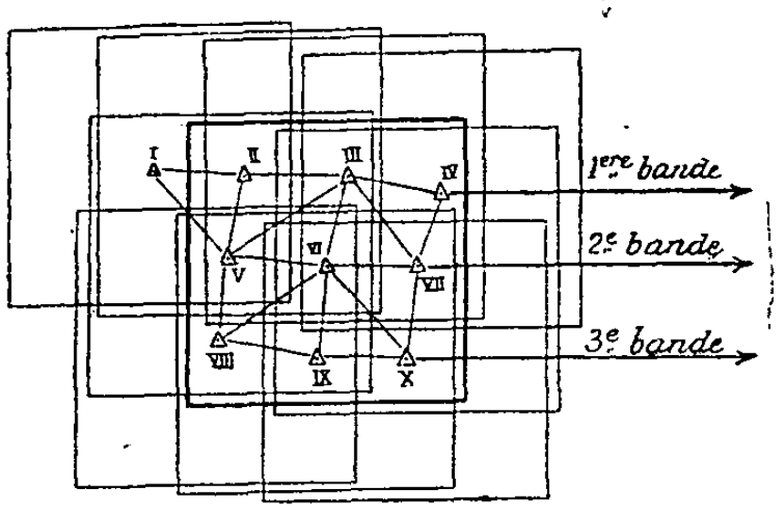


Fig. 12.

générale, que j'ai déjà exposée lors des premiers essais de photographie aérienne à grande échelle en *France* (*Vignemont*, 1920-21) : *Seul, un travail complet de prise de vues et restitution, matérialisé par la rédaction d'un plan et duement contrôlé par une bonne triangulation, permet de découvrir les imperfections du matériel, et, notamment, celles de l'appareil de prise de vues.*

D'autre part, on n'aurait jamais rencontré ni expliqué ces difficultés si je ne m'étais pas véritablement entêté à exiger des essais sur une

Triangulation aérienne

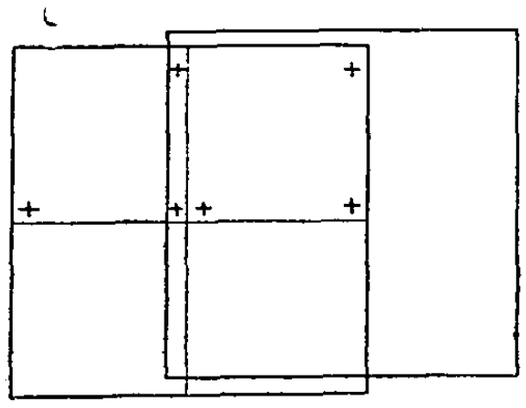


Fig. 13,

longueur de 460 km., dépassant de beaucoup le domaine normal d'application de la méthode.

*
* *

En dehors des simplifications à apporter aux procédés de calcul, il y a plusieurs manières d'envisager l'*amélioration des résultats* déjà obtenus.

En premier lieu, les chercheurs et les constructeurs devront tenir compte (et c'est ce qu'on fait actuellement à *Munich*) des enseignements fournis par les essais sévères de 1931-32 : améliorer le réglage des instruments, et prendre toutes précautions (cabine fermée, réchauffage) pour éviter l'influence du vent ou de la température pendant le vol photographique.

Mais il y a plus. (fig. 12)

Dans la technique adoptée en *Allemagne*, les bandes de clichés contigus se recouvrent seulement à 40 o/o. Si l'on pousse ce recouvrement à 60 o/o, chaque cliché panoramique contiendra 3 lignes de nadirs, et, dans ces conditions, on pourra constituer une véritable *chaîne de triangles* dont les angles seront tous observés. La valeur des fermetures de triangles renseignera donc immédiatement sur la précision des mesures, et les compensations locales seront à la fois plus complètes et d'un meilleur rendement.

D'autre part, si l'on réussit à munir les chambres multiples d'un dispositif de stabilisation quelconque (*gyroscope* par exemple), permettant de caler l'axe de prise de vues très près de la verticale (à 1/2 degré si possible), les angles mesurés au nadir (ou au point focal) seront beaucoup plus précis, et le domaine d'application de la méthode s'étendra en conséquence.

Enfin, les expériences effectuées jusqu'à présent visent seulement à l'obtention d'un canevas planimétrique : on se demande pourquoi, dans les mêmes conditions, il ne serait pas possible de *calculer les altitudes* du réseau, de

façon à fournir, dans toute la chaîne considérée, les éléments de la restitution complète (planimétrie et nivellement) et compte tenu, naturellement, de la courbure de la Terre et de la réfraction atmosphérique. A ma connaissance, aucun essai sérieux n'a encore été tenté dans ce sens.

Je voudrais aller encore plus loin, et *affranchir la méthode des obligations du calcul.*

En fait, le procédé actuel de triangulation aérienne consiste à partir d'un terrain connu, et à effectuer *par le calcul,* dans une zone inaccessible et plus ou moins grande, un véritable *prolongement photographique,* appuyé sur un canevas approximatif de redressement (ou même de restitution), donc donnant de meilleurs résultats que le raccordement pur et simple des épreuves jointives, au moyen des seuls *éléments graphiques.*

J'estime qu'il est possible de réaliser une *solution intermédiaire,* peut-être équivalente au calcul, meilleure en tout cas que le graphique. en plaçant, dans la chambre photographique (à objectifs multiples si on veut) des *repères optiques* dont l'image viendra se former sur les clichés, dans les zones de recouvrement, et constituera le canevas géodésique nécessaire.

La mise en place de ce canevas (coordonnées et altitudes), pourra alors être effectuée optiquement, avant tout travail de redressement et restitution, et avec une précision très supérieure à celle des méthodes graphiques. On mettra en œuvre, si l'on dispose d'éléments de contrôle en position ou en altitude, les méthodes régulières de *compensation :* puis on rectifiera le calage des clichés dans les instruments d'exploitation, et on obtiendra le lever correct des détails.

Cette méthode a été proposée depuis janvier 1932 par M. Ferber, elle correspond en fait à la solution idéale du problème de raccordement des photographies aériennes. L'étude du matériel correspondant est en cours (Etablissements Gallus) et je ne désespère pas d'obtenir d'ici 2 ans la construction et les essais (fig. 13).

L'expérience seule pourra montrer dans quelle mesure cette solution est applicable, pour une précision déterminée choisie en fonction de l'échelle de rédaction.

*
* *

D) Triangulation aérienne complémentaire.

Il est une autre forme du problème, qui se rattache directement à la précédente, et qui peut conduire à de très curieuses applications.

Supposons qu'on dispose d'un réseau géodésique normal, de 3e ordre par exemple (côtés de 6 km. en moyenne), mais dont les signaux ou repères terrestres soient matérialisés de telle sorte qu'ils puissent être distingués sur des clichés au 1/10.000 par exemple : f = 0 m. 20,

— A = 2.000 mètres.

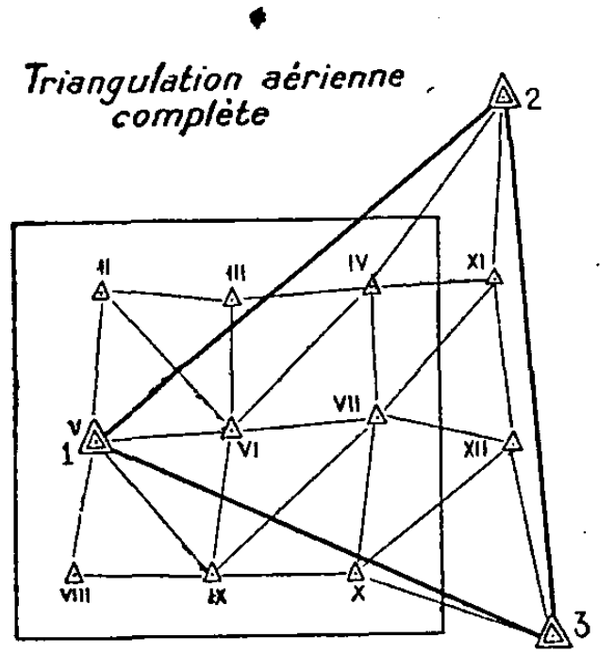
— 4 objectifs simultanés avec gyroscope stabilisateur,

— surface couverte 4.000 × 4.000 m.,

— recouvrements des groupes : 60 o/o,

— distance des points de prise de vues et des axes de vol : 15 à 1.600 mètres (fig. 14).

Les photographies aériennes permettront de constituer un canevas de 4e ordre (côtés de 15 à 1.600 m., angles tous mesurés, précision 2 centigrades en moyenne, soit 0 m. 50 pour les positions relatives), — et *on compensera ce réseau* sur chacun des triangles élémentaires de 3e ordre (donc 8 points environ par triangle), de manière à limiter l'accumulation des erreurs.



Fermeture sur un canevas géodésique préalable

Fig. 14.

De même, pour des clichés au 1/50.000 :

f = 0 m. 10,

A = 5.000 m.

On pourra greffer un réseau de 3e ordre (côtés de 6 km.) sur une triangulation générale de 1er et 2e ordres.

Les perfectionnements réalisables, dans un assez court délai, dans le matériel de prise de vues (objectifs à courtes focales, appareils multiples, émulsions, etc...) et dans le matériel d'exploitation (redressement et restitution), me conduisent donc à émettre la prédiction suivante, dont la hardiesse ne doit pas faire oublier la vraisemblance :

La photographie aérienne deviendra rapidement le procédé le plus économique et le plus rapide de lever topographique à toutes échelles ; en outre, elle fournira elle-même, dans un avenir assez rapproché, tous les éléments de la triangulation de détail, un réseau fondamental restant seul nécessaire, et continuant à être calculé par les procédés rigoureux de la géodésie.

C'est pourquoi, en conclusion, je continue à déplorer qu'une proposition catégorique, da-

tant de 1929 et émanant du Général Vacchelli et de moi-même, n'ait pas été accueillie comme elle le méritait peut-être : dans l'organisation scientifique du monde, la Société Internationale de Photogrammétrie, récemment créée, a sa place tout indiquée aux côtés de l'Association Internationale de Géodésie, et dans le cadre grandiose du Conseil International des Recherches, qui a fait ses preuves.

* * *

Vous voyez qu'il y a encore beaucoup à faire dans cette question, dont l'*intérêt scientifique, économique, civil et militaire* est indéniable.

Nous avons les idées, et le programme d'action. Ce qu'il nous faudrait, ce sont *les moyens* pour le réaliser. Je classerai volontiers ces moyens en 2 catégories :

a) *Moyens d'ordre matériel* (personnel, instrument, et surtout larges *crédits budgétaires)* ;

b) *Moyens d'ordre psychologique* (suppression des rivalités entre services ou entre personnes, et union intelligente des chercheurs, des constructeurs et des usagers).

C'est alors, mais alors seulement, qu'on pourra exécuter sans défaillance un programme de réalisations immédiates auquel l'autorité de M. Ch. Fabry, Président de la Commission d'Optique et de Photographie aérienne au Ministère de l'Air, donne toute sa valeur.

Personnellement, je continuerai à défendre résolument une cause que je crois bonne, et m'efforcerai de faire vivre et prospérer, en *France*, la photogrammétrie scientifique et les industries qui s'y rattachent.

Je ne sais pas si j'en aurai les moyens, mais, avant tout, il faut avoir la foi, et, comme le disait le vieux *Guillaume d'Orange : il n'est pas nécessaire d'espérer pour entreprendre, — il n'est pas indispensable de réussir pour persévérer.*

VARIÉTÉS

LE PROBLEME DE L'ECHO

DANS LES SALLES DE CONCERTS

Depuis plus d'un siècle, le problème de l'acoustique d'une salle de concerts a toujours été l'énigme la plus obscure, de l'avis de tous les architectes et de tous les savants. « On ne connaît pas les lois de l'acoustique ». Vieil adage, s'il en est, confirmé d'ailleurs par le fait, que cette branche de la Science a été abandonnée par tous les savants, depuis plus de soixante ans! On construit alors une grande salle de conférences, de spectacles ou de concerts, en comptant toujours sur le hasard pour obtenir une bonne résonance.

Dans ces dernières années, à Paris, on a construit le Théâtre des Champs-Elysées, salle qui fait grand honneur à ses architectes ; la résonance y est excellente (Malheureusement, on vient de la gâter complètement, à notre avis, en échafaudant derrière l'orchestre un mur cylindrique bâtard, pour... faire rond, comme au Conservatoire!) Mais cette salle n'est-elle pas un heureux hasard, car une foule d'autres exemples viennent confirmer qu'on ne connaît absolument rien du problème de la résonance des sons. Nous ne citerons, pour mémoire, que la salle permanente de l'Exposition Coloniale et, surtout, la toute récente salle de la rue Michelet (Institut d'Art et d'Archéologie), dans laquelle il est impossible d'entendre un seul mot de ce que dit le conférencier.

Or « les Anciens étaient passés maîtres en Acoustique », phrase quelque peu mélancolique, qu'on trouve dans tous les traités de Physique. Tous leurs amphithéâtres avaient une acoustique impeccable (témoin l'amphithéâtre grec de Syracuse, que les Américains ont copié exactement à Hollywood, paraît-il). De plus, nous avons le violon, — inventé de toutes pièces par Léonard de Vinci, comme nous le démontrerons plus tard (1500-1515) — qui reste l'objet de l'admiration générale. Le Conservatoire de Paris, cette merveille pieusement conservée, date de la fin du XVIII^{e}. Il semble donc que les lois de l'acoustique aient été parfaitement connues jusqu'à la fin du XVIII^{e} siècle. Et, depuis lors, éclipse complète, radicale... incompréhensible!! Tout le XIX^{e} siècle et le XX^{e}, malgré les progrès éblouissants de la Science, ont été incapables de formuler une seule règle relative à la construction, parce qu'on semble ignorer les lois de la propagation des ondes, et surtout parce qu'on est incapable de définir l'écho!

Qu'est-ce que l'écho? « L'écho, c'est la réflexion du son », répond-on unilatéralement. Mais une expérience très simple va nous montrer que c'est là une erreur manifeste. Supposons, en effet, que dans la grande salle (à échos légendaires) du Trocadéro, pleine de spectateurs, un acteur déclame sur la scène. On constatera qu'à certaines places du parterre, on n'entend aucun écho, sans avoir une acoustique d'une pureté irréprochable naturellement. Mais si on se déplace de 15 ou 20 mètres, soit à droite, soit en avant, l'écho sera tellement insupportable, qu'il semblera être une doublure de l'acteur qui déclame. Nous voyons donc que pour les mêmes ondes qui se réfléchissent sur les mêmes parois, certaines places donneront de la résonance imperceptible, quand d'autres donneront un écho tellement fort, qu'il fera croire à un deuxième acteur qui répète les mêmes paroles. Dans l'écho, le son semble être coupé, pour ainsi dire, et l'écho est manifestement plus fort que la réflexion. Il

doit donc exister une différence essentielle entre la réflexion et l'écho, différence que nous établirons plus tard.

Les expériences, que nous relatons succinctement plus loin, nous ont amené à penser qu'il devait y avoir une corrélation étroite entre l'écho et la « Paroi sans résistance ».

En effet, tous ceux qui ont étudié le tuyau d'orgue, dans les cours de Physique élémentaire, auront été frappés par cet élément très curieux qui s'appelle la « Paroi sans résistance ». On enseigne que contre l'extrémité ouverte du tuyau d'orgue ouvert, extrémité qui constitue une « Paroi S. R. », les ondes de pressions (qu'il faut distinguer des ondes de déplacements), prennent un retard de $\lambda/2$, c'est-à-dire d'une demi-longueur d'onde. Ce retard peut être très appréciable, s'il se trouve répété (dans plusieurs réflexions aller et retour), et si, comme pour les sons très graves, la longueur d'onde atteint 10 mètres. Il s'ensuivrait qu'une fenêtre ouverte peut constituer une « Paroi S. R. », comme l'expérience le confirme. La « Paroi S. R. » serait une couche d'air neutre, qui retarderait momentanément les ondes sonores dans leur propagation, et, fait très curieux, les ondes traverseraient cette couche d'air neutre en même temps qu'elles rebroussent chemin (dans le tuyau d'orgue), avec retard de $\lambda/2$ dans les deux sens (Ne serait-ce pas là, en tout cas, un élément de perturbation pour la pureté du son).

Ce fait très curieux a été établi rigoureusement pour les ondes planes (sinusoïdales) du tuyau d'orgue, par exemple, et on admet un retard semblable de $\lambda/2$, pour les ondes « centrales » de déplacements, dans la réflexion contre une paroi solide cylindrique ou sphérique. Les expériences qui suivent ne montreraient-elles pas qu'il est logique de prendre en considération ces retards dans toutes les réflexions ? N'y aurait-il pas surtout une corrélation très étroite entre l'écho et la « Paroi S. R. », puisque cette dernière peut occasionner des retards très appréciables dans la propagation des ondes sonores ?

Le premier fait établi par la Physique élémentaire est que, dans le tuyau d'orgue, la « Paroi S. R. » est une paroi plane. Mais peut-on affirmer qu'elle ne puisse pas avoir la forme cylindrique (de révolution) ou sphérique, si les surfaces réfléchissantes sont des cylindres (quelconques) ou des sphères ? Car des surfaces réfléchissantes solides peuvent déterminer des « Parois S. R. », comme les expériences qui suivent le démontrent de façon indiscutable.

Le problème de la résonance des sons est évidemment très complexe. Mais certaines considérations vont nous permettre de l'éclaircir. Tout le monde sait que le violon est la perfection même, et que les salles du Conservatoire de Paris et de Salt-Lake City (dont les plans sont presque identiques, ce qu'on n'avait pas encore remarqué jusqu'ici) sont des merveilles de résonance. Dès lors, pourquoi ne pas faire des rapprochements entre ces salles et le violon, et pourquoi ne pas en déduire des expériences ? N'aurions-nous pas là la clef de tous les mystères ?

En effet, le rapprochement qu'on peut faire entre le violon et la salle du Conservatoire, par exemple, nous amène à faire la constatation suivante et la première expérience que voici. L'examen attentif du violon nous montre que les contours du haut et du bas, au lieu d'être circulaires comme au Conservatoire, sont au contraire aplatis vers les extrémités de l'axe de symétrie, condition indispensable à la puissance de son de cet instrument, parce qu'il est une source sonore. Si on remplace ces contours aplatis par des contours circulaires, le violon ainsi obtenu a une puissance de son très amoindrie. Il est presque neutre comme une salle (Seuls les cylindres convexes des « CC » renforcent encore un peu les sons, comme nous allons voir).

Cette première expérience nous montre que le problème se trouve ramené à l'étude de la réflexion simple, au moyen d'un appareil de formes circulaires, que nous avons construit tout en bois, pour étudier les sons, appareil de laboratoire de 5 m. 50 de long, de 1 mètre de haut et de 1 m. 70 de large, qui permet de produire l'écho et de le supprimer à volonté.

Deux demi-cylindres en bois, de hauteurs respectives : 1 mètre et 0 m. 95, et de diamètres : 1 m. 70 et 1 mètre, peuvent être réunis latéralement et recouverts, à n'importe quelle distance l'un de l'autre, par des planches de contreplaqué, comme l'indiquent les six figures suivantes, qui ne sont que les illustrations de salles célèbres existantes.

Dans la suite des six dispositions (et six seulement), qu'on peut obtenir avec ces deux demi-cylindres, l'expérience démontre ce fait singulier, que seule la Forme II (similaire du violon), ne donne pas d'écho. Les Formes I (surtout), III, IV, V et même VI donnent des échos magnifiques.

1° Si nous considérons les deux premières dispositions, nous constatons que la Forme I a de très beaux échos, mais très faibles, parce qu'il faut 5 ou 3 réflexions doubles (3 m. 50 ou 5 m. 50) pour les entendre. On sait que l'écho ne s'entend distinctement et très fort qu'à la distance de 17 mètres. Si la distance des surfaces réfléchissantes est inférieure à 17 mètres, l'écho de retour se confond avec le son émis primordial. Mais l'expérience démontre, dans cette Forme I, qu'on entendra quand même un écho très faible, à la cinquième ou troisième réflexion double, qui correspondra à la distance de 2×17 mètres (aller et retour), pour le chemin parcouru par les ondes sonores.

2° Si on passe brusquement de la Forme I à la Forme II, on n'entend plus aucun écho. Dans cette Forme II, la résonance est parfaite.

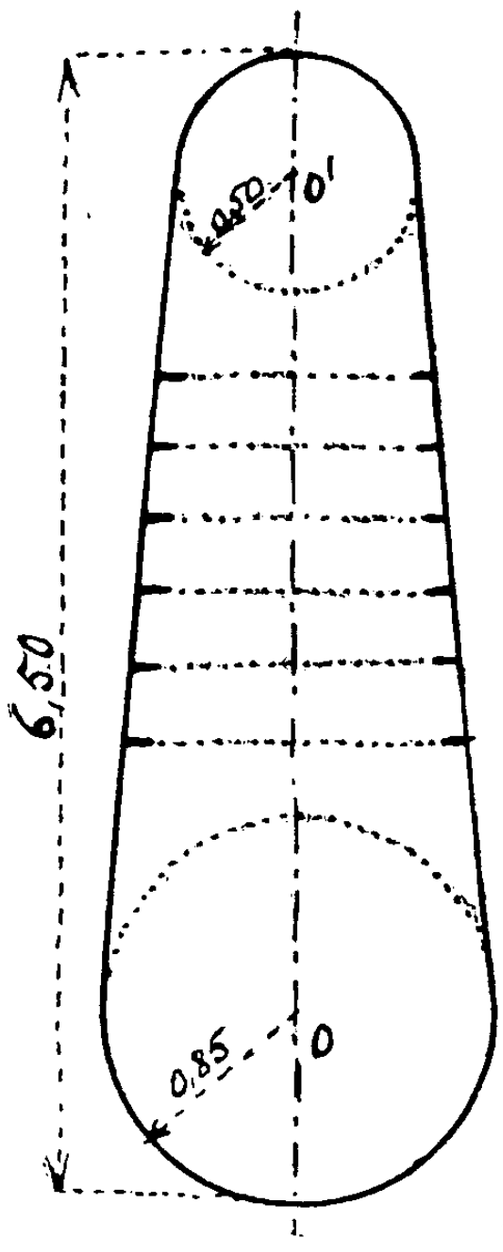
Ces deux premières expériences, très curieuses et très importantes, nous enseignent d'abord que les surfaces solides réfléchissantes, qui sont cylindriques de révolution, engendrent des « Parois sans résistance », qui sont aussi cylindriques de révolution. Nous verrons plus loin que ces « Parois S. R. », cylindres virtuels, restent de révolution, quelle que soit la forme du cylindre réfléchissant. Par conséquent une surface quelconque à génératrice rectiligne engendre toujours une « Paroi S. R. » qui est un cylindre virtuel de révolution. Quand la surface devient un plan, on peut dire que la « Paroi S. R. » est rejetée à l'infini. D'où l'avantage d'avoir des murs plans pour la bonne résonance d'une salle.

Ensuite nous devons conclure que dans la Forme II, où ces « Parois S. R. » de révolution s'interceptent, il n'y a aucun écho, parce qu'elles se neutralisent en s'interceptant (Violon, Salt Lake City, Conservatoire), contrairement à la Forme I, où elles ne se neutralisent pas, parce qu'il y a une couche d'air neutre intermédiaire.

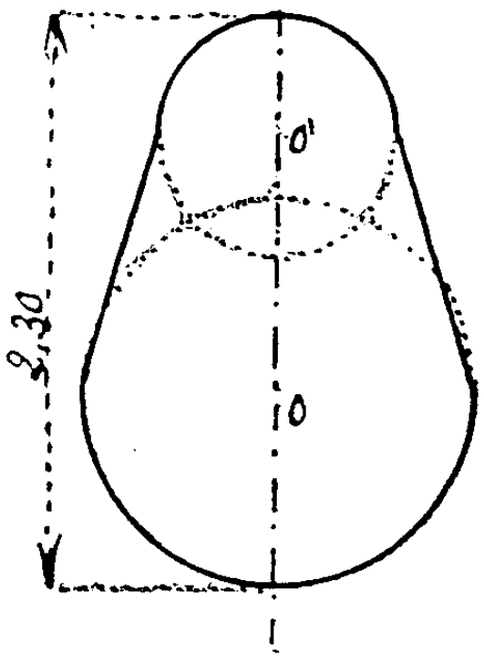
Ces deux premières expériences peuvent être complétées par les suivantes, qui jettent un jour tout nouveau sur les « Parois S. R. ».

Si dans la Forme I, à 5 m. 50, on interpose en plus, entre les cylindres en pointillés, des cadres de cordes très fines mais très espacées (de gros fils), on constate que l'écho est beaucoup plus espacé du son émis, et en met-

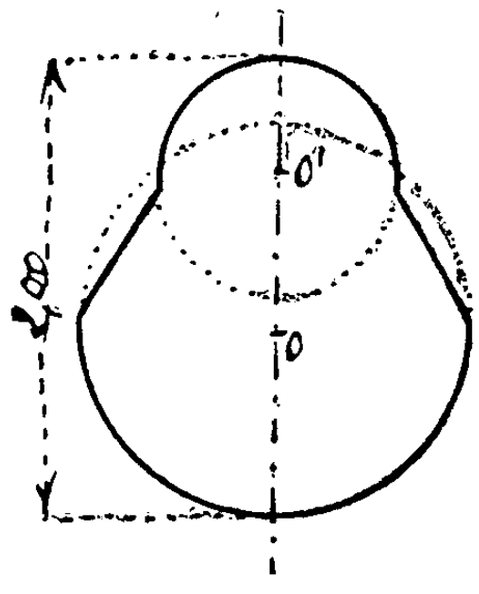
tant six cadres seulement, on peut entendre déjà l'écho très fort en une seule réflexion, sur la seule longueur de 5 m. 50 de l'appareil, puisque l'écho n'est fort qu'à la première réflexion (Les retards de $\lambda/2$ s'ajoutent les uns



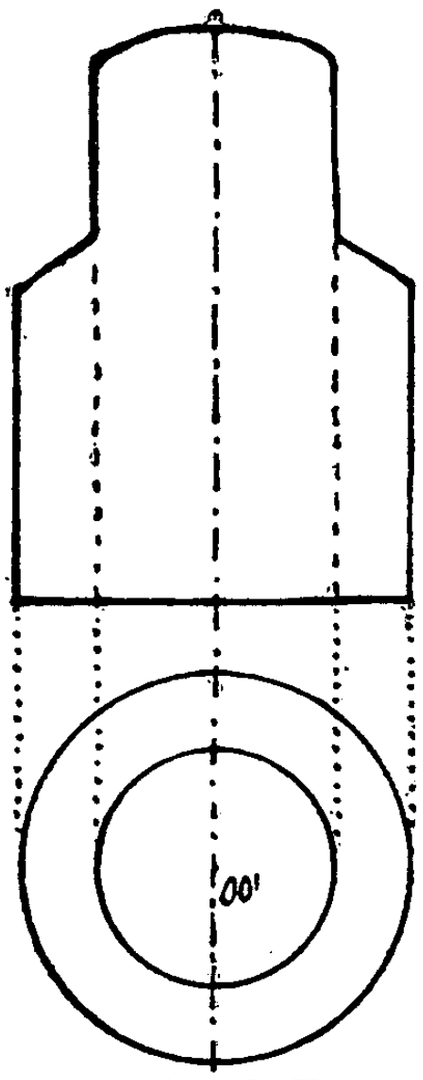
FORME I
(Double) Salle Pleyel



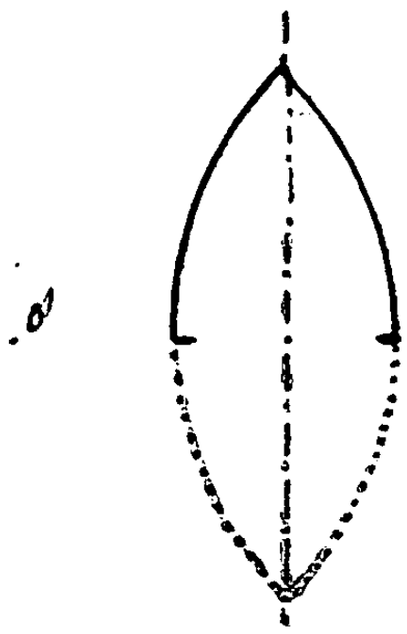
FORME II
Violon
Salt-Lake City
Conservatoire



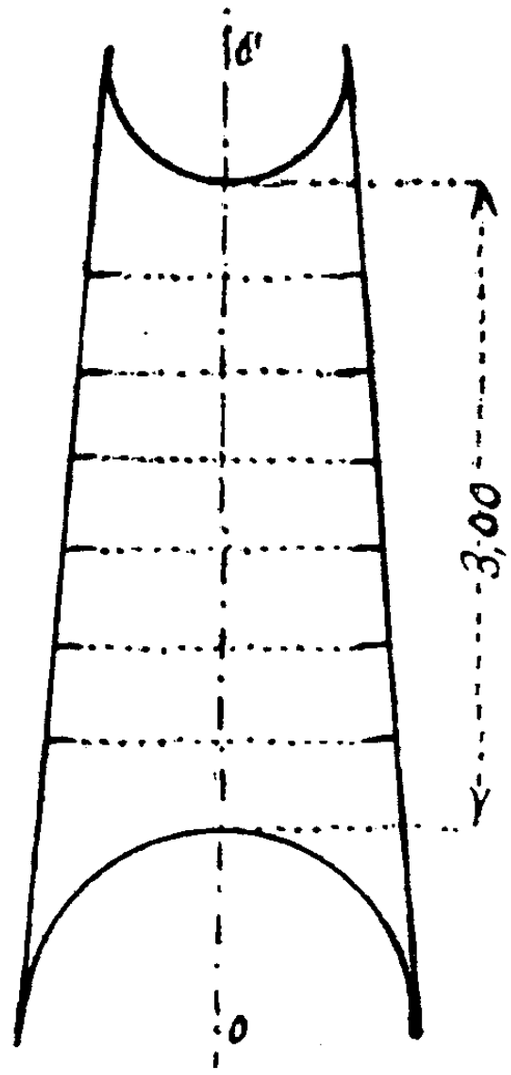
FORME III
Trocadéro
Grand-Amphi
Sorbonne



FORME IV
Cirque



FORME V
« Oreille de Denys »



FORME VI
Disposition agrandie
des « CC » du violon

aux autres). Avec dix-huit cadres, et à la longueur de 6 m. 50, on entend l'écho très fort, en criant très fort et très sec. L'écho très fort fait croire à une deuxième personne qui crierait en même temps à l'autre extrémité de l'appareil, quoique cet écho soit très rapproché du son émis, évidemment.

Si on met deux cadres ouverts (sans aucun fil), faits chacun de deux montants verticaux larges de 10 centimètres, et d'un seul montant horizontal (plafond), large de 5 centimètres, on constate que l'écho très faible est aussi plus espacé du son émis, comme pour deux cadres tendus de fils. Mais on ne peut pas juxtaposer une série d'une vingtaine de cadres ouverts, parce que cette série ne ferait que réduire la section de l'appareil à une section plus étroite (deux tuyaux d'orgue de même longueur, mais de section différente, donnent la même note), et on n'entendrait plus aucun écho plus espacé. On aurait seulement mauvaise acoustique, comme à l'Albert-Hall de Londres (les nombreux étages de loges forment un deuxième cylindre intérieur au premier), acoustique beaucoup améliorée par un réseau de fils très fins tendus au plafond, ce qui est resté une énigme jusqu'à ce jour.

Ces cadres ouverts et ces cadres tendus de fils sont donc des « Parois S. R. » planes. Les ondes étant cylindriques (dans ce grand appareil), semblent buter contre les montants des cadres ouverts, aussi bien que contre les fils tendus. Mais puisque les surfaces réfléchissantes sont cylindriques, les « Parois S. R. » principales sont les cylindres virtuels (en pointillés), qui sont de révolution.

Ce fait d'expérience découle d'ailleurs d'une propriété des ondes réfléchies, révélée par la photographie. Sur les photographies qu'on a pu faire des ondes sonores, on constate que quelle que soit la surface réfléchissante, qu'elle soit plane ou cylindrique quelconque (cylindre elliptique, parabolique, hyperbolique, ou cylindre quelconque), pourvu qu'elle soit à génératrice rectiligne, les ondes se réfléchissent toujours en ondes cylindriques de révolution. La photographie révèle qu'un mur plan réfléchira les ondes sonores (qui sont sphériques à l'émission) presque toujours en ondes cylindriques de révolution. Les ondes ne restent sphériques après la réflexion, que dans le cas où la surface réfléchissante n'est plus à génératrice rectiligne (Par exemple, deux sphères de rayons inégaux reliées entre elles par un tronc de cône tangent).

Dans notre grand appareil, le demi-cylindre réflecteur étant de révolution, il est logique de penser a priori, que la partie virtuelle du cylindre doit constituer une « Paroi S. R. », qui devra influencer les ondes cylindriques réfléchies. L'expérience le confirme, puisqu'elle démontre que dans la Forme I, à 5 m. 50 ou à 3 m. 50, les cylindres virtuels de révolution troublent les ondes sonores ; l'écho est très net, quoique très faible, à cause de la faible longueur de l'appareil (A la Salle Pleyel, vide, exacte demi-illustration de cette forme, les échos sont très forts, parce qu'on les entend en une seule réflexion, la première, malgré les nombreux matelas amortisseurs, comme nous en avons fait l'expérience). Au contraire, dans la Forme II, où les cylindres virtuels sont intersécants extérieurement, on n'observe aucun écho ; la résonance est parfaite (Salt-Lake City, Conservatoire). Il faut en conclure alors que ces « Parois S. R. » ne troublent plus les ondes réfléchies, parce qu'elles se neutralisent en s'interceptant.

Pour comprendre le mécanisme du phénomène, il faudrait connaître le processus des phases de l'onde qui se réfléchit, autrement dit, il faudrait connaître la différence essentielle qui existe entre l'onde de réflexion et l'onde d'écho, différence capitale que nous établirons plus tard ; car le but de cet article est de mentionner exclusivement des expériences toutes nouvelles, et non pas d'établir une théorie sur la propagation des ondes.

Nous verrons plus loin le cas général, où le cylindre réflecteur n'est pas de révolution.

Nous avons ainsi la preuve expérimentale (corroborée par la preuve photographique de la forme cylindrique rigoureusement régulière de l'onde réfléchie), que les « Parois S. R. » sont des surfaces aériennes cylindriques de révolution (Trocadéro, Salle Pleyel, Grand-Amphi de la Sorbonne), aussi bien que des surfaces aériennes planes et sphériques. Tout le problème pratique revient donc à neutraliser, quand on peut (Forme II), ces surfaces aériennes, seules causes des échos, comme on l'a constaté dans les « échos aériens » (Dans un ciel absolument transparent, par un soleil splendide, au-dessus de la mer, des savants anglais ont entendu de très beaux échos, provenant d'ondes sonores, qui se réfléchissaient sur les différentes couches de l'air absolument limpide. Voir les traités de Physique).

Ces surfaces aériennes, cylindriques régulières, planes ou sphériques, sont la cause exclusive de l'écho, car il faut faire une distinction très nette entre réflexion, à grande distance, écho (toujours plus fort que la réflexion), et réflexion renforcée (très différente pour l'oreille sensible, — sorte de bourdonnement très fort et confus, comme l'a rapporté Flammarion dans ses ascensions en ballon sphérique. — Forme VI du grand appareil).

L'étude très détaillée des « Parois S. R. » est faite dans le livre : « Les lois fondamentales de l'Acoustique ». (Sous presse).

Poursuivons les expériences dans le grand appareil. Dans les dispositions III, IV et même II (figures), des deux demi-cylindres circulaires, il est évident qu'on ne peut pas entendre les échos (sauf dans la disposition V, où les échos sont extraordinaires), puisque la longueur maxima de l'appareil est de 2 mètres ou 2 m. 30 (plus de neuf réflexions doubles seraient nécessaires). Pour les mettre en évidence, il faudrait un appareil enregistreur. Mais cet enregistrement graphique est inutile ; car on peut entendre « de auditu » les échos manifestes dans les salles correspondantes, qui sont des reproductions beaucoup plus volumineuses des dimensions de cet appareil. D'autre part, dans l'appareil même, on entend une mauvaise résonance très marquée, que nous appellerons « résonance à échos », très différente de la résonance normale. Par exemple, dans la Forme III, la « résonance à échos » est toute différente de la résonance parfaite de la Forme II. Les échos très faibles ne sont manifestes à l'oreille nue, qu'à la distance de 3 m. 50 ou mieux 5 m. 50 (Forme I), ou encore dans l' « Oreille de Denys » (Forme V).

3° La Forme III, où les demi-cylindres virtuels sont intersécants intérieurement (un seul cercle intérieur suffit), donne de très beaux échos (ou « résonance à échos » dans le grand appareil), parce que les « Parois S. R. » limitent des niches peu profondes, et qu'une niche donnera toujours des échos, si elle n'est pas très profonde, c'est-à-dire en tout cas de la profondeur du rayon, comme il est facile de le démontrer ; l'expérience le confirme. Fait fondamental insoupçonné jusqu'à ce jour.

4° La Forme IV est celle (en projection) du Cirque ; échos manifestes. Les cylindres ne sont pas intersécants extérieurement, mais intérieurs l'un à l'autre (même axe, dans ce cas du Cirque) ; et la hauteur du petit cylindre est bien supérieure à celle du grand cylindre. Double faute, que n'auraient jamais faite les Anciens. Da

sait en effet que les cirques, comme le Cirque Médrano, par exemple, sont constitués par un grand cylindre, où se trouve l'arène circulaire et les spectateurs, surmonté d'un deuxième cylindre beaucoup plus étroit, où les acrobates font leurs voltiges tout en haut. Ces deux cylindres ont même axe. Le petit cylindre, composé d'une partie réelle (surmontant le grand cylindre), et d'une partie virtuelle (intérieure au grand cylindre), a une hauteur totale presque double de celle du grand cylindre, ce qui constitue un cylindre virtuel (intérieur au grand cylindre), c'est-à-dire une « Paroi S. R. » cylindrique (intérieure au grand cylindre).

5° En rapprochant encore, dans le grand appareil, les deux demi-cylindres de bois, on obtient l'extraordinaire Forme V, qui est la forme limite. C'est la reproduction en double de la célèbre et gigantesque « Oreille de Denys », à Syracuse (grotte en forme de pain de sucre de 27 mètres de haut et de 65 mètres de long sur 11 mètres de large seulement), qui renvoie comme un éclatement de bombe prolongé, une simple chiquenaude sur une feuille de papier à cigarettes. Sur une longueur de 1 m. 20 seulement, cette Forme V donne de petits échos très prolongés, comparables au bruit prolongé d'un coup de marteau sur une enclume! Cette disposition (de l' « Oreille de Denys ») est celle qui donne les échos les plus fantastiques.

6° En dépassant la limite on obtient la Forme VI, où les deux demi-cylindres solides sont convexes. Ils amplifient les ondes sonores. C'est ce que nous avons appelé la « réflexion renforcée. » (Les cylindres convexes des « CC », dans le violon, en sont un exemple). Comme pour les ondes lumineuses — il est facile de le démontrer — les cylindres convexes augmentent considérablement l'amplitude des ondes sonores. C'est un bourdonnement très fort et confus, qui est une très puissante « résonance à échos ».

En résumé les positions réciproques des deux cylindres passent de 5 m. 50 à 3 m. 50 à la limite (Forme V) où ils forment un fuseau cylindrique, et en dépassant cette limite, à la disposition VI, où ils forment deux cylindres convexes. On constate qu'on n'aura aucun écho, dans le seul cas où les parties virtuelles des deux cylindres sont intersécantes extérieurement.

L'appareil est donc bien « destiné à produire l'écho et à le supprimer à volonté », car il y a deux autres manières de supprimer l'écho à 5 m 50.

Dans la majorité des cas, les cylindres réflecteurs des salles de concerts ne sont pas de révolution, mais des cylindres rectilignes quelconques, contre lesquels les ondes (comme le prouve la photographie, nous le répétons) se réfléchissent toujours en ondes cylindriques de révolution. Nous pouvons donc énoncer la loi empirique suivante.

Loi des cylindres intersécants : Tout espace clos, qu'il soit de la grandeur d'un violon ou de celle d'une salle de concerts, doit avoir, pour émettre des ondes sonores pures ou pour résonner sans échos, la forme de deux cylindres rectilignes quelconques, reliés entre eux par des plans, si, comme dans une salle de concerts, l'espace clos doit être neutre. S'ils sont reliés : 1° par des surfaces concaves, on a de splendides échos ; 2° par des surfaces convexes, on a renforcement du son (les « CC » du violon). Les plus grandes largeurs réelles de ces cylindres quelconques en section droite, reportées recpectivement sur l'axe de symétrie de cette section droite, à partir des extrémités de cet axe, donneront les diamètres de deux cylindres de révolution virtuels. Ceux-ci forment des » Parois S. R. ». Ils doivent être intersécants, mais extérieurement, et différents de volume.

Les hauteurs de ces cylindres de révolution doivent être inférieures à leurs diamètres respectifs (sans quoi l'espace clos est soumis à la loi des tuyaux d'orgue), et la hauteur du petit cylindre doit, en tout cas, être inférieure à celle du grand cylindre (contraire du Cirque).

Le petit cylindre peut être supprimé, ou remplacé par un mur plan (scène), qui coupe alors extérieurement le grand cylindre, comme dans les théâtres antiques.

Exemples : 1° Le Violon. — Les plus grandes largeurs des deux cylindres rectilignes quelconques, haut et bas, reportées respectivement sur l'axe de symétrie, à partir des extrémités de cet axe, donnent les diamètres de deux cylindres de révolution virtuels, qui sont intersécants extérieurement, sauf dans les violons dits « longuets », où ils sont tangents ou presque tangents. Si ces cylindres virtuels viennent à être extérieurs l'un à l'autre, il y a alors des échos intérieurs, qui empêchent les ondes sonores de sortir par les ouïes, et l'émission du son est mauvaise. Un exemple typique est un violon moderne de 1915 d'un grand luthier parisien. Ce violon, copie de « longuet », beaucoup trop étroit, est absolument aphone.

La petite coupole, dans le violon, a toujours 2 millimètres de moins en hauteur que la grande coupole.

2° Le Grand-Amphithéâtre de la Sorbonne. — Le mur du Puvis de Chavannes est un cylindre à section droite ovale très ouverte. Ce mur est plus aplati que les contours haut et bas du violon. La plus grande largeur (en section droite) de cet ovale, reportée sur l'axe de symétrie, milieu du Puvis de Chavannes, donne le diamètre d'un cylindre de révolution virtuel, « Paroi S. R. » non neutralisée par la partie virtuelle du deuxième demi-cylindre réel (qui est de révolution), diamétralement opposé au Puvis de Chavannes. Ces deux cylindres réels, le mur ovale du Puvis de Chavannes et le demi-cylindre diamétralement opposé, sont reliés entre eux par des murs plans parallèles. Ces deux cylindres, l'un virtuel, l'autre demi-réel, ont presque même axe, donc sont intérieurs l'un à l'autre (Formes III ou IV). D'où les splendides échos, quand la salle est vide, et quand elle est pleine d'auditeurs, à certaines places du parterre, on n'entend pas un mot de ce que dit le conférencier, s'il parle bas et vite.

Les conséquences en sont extrêmement importantes. Désormais un architecte saura toujours construire une salle de concerts ou de conférences qui aura une acoustique admirable. Nous avons établi, dans notre livre, les six ou sept formes de salles qui n'auront jamais d'échos, et indiqué les fautes commises dans certaines salles types.

Nous voyons donc, par ces expériences, l'extraordinaire importance des « Parois S. R. » dans la question de l'écho, et, d'une façon générale, dans la question de la propagation de toutes les ondes, parois qui peuvent prendre trois formes différentes, plane, cylindrique ou sphérique, comme l'établit l'expérience. Nous démontrons, dans notre livre, que dans la nature les échos sont produits la plupart du temps par des « Parois S. R. » planes, qui font l'office de porte-voix, ce qui explique pourquoi l'écho est toujours plus fort que la réflexion.

Si on n'a pu faire aucune étude dans la propagation des ondes sonores, depuis plus de soixante ans, c'est qu'on a toujours confondu réflexion et écho. Nous répétons que la différence entre l'onde de réflexion et l'onde d'écho est capitale ; nous l'établirons plus tard. Les « Parois S. R. » jouent un rôle primordial (insoupçonné jusqu'à ce jour) dans la propagation de toutes les ondes.

LUC GALLICANE.

NOTES ET ACTUALITÉS

Chimie physique

Les cristaux liquides. — Une discussion sur les cristaux liquides a été organisée en avril 1933, à la Royal institution, par les soins de la Faraday Society (1).

Les cristaux liquides, découverts en 1888 par Reinitzer, ont déjà donné lieu à un grand nombre de travaux, auxquels s'attachent notamment les noms de Lehmann, de Friedel et de Vorländer. Leur nature essentielle paraît à présent bien établie.

Pour la grande majorité des substances chimiques, il y a, on le sait, à température déterminée, passage par fusion d'état solide cristallin, doué de propriétés anisotropes, à un liquide mobile, et isotrope des points de vue optique, magnétique et électrique. On connaît cependant des substances qui, entre ces deux états ultimes, empruntent un certain nombre d'états intermédiaires. Dans ces états intermédiaires, les substances paraissent troubles lorsqu'elles sont examinées en couches suffisamment épaisses, alors qu'entre nicols croisés, elles fournissent des colorations.

Parmi ces états intermédiaires, qu'on réunit sous le nom de cristaux liquides, deux types se sont tout d'abord dégagés. Le premier type, appelé Friedel état nématique, est caractérisé par l'apparition, au sein du liquide, de lignes de discontinuité donnant l'impression de fils mobiles. Le deuxième type, appelé par Friedel état smectique, est de consistance savonneuse, et ne présente qu'une mobilité interne limitée, avec édification de structures complexes, à surfaces planes ou coniques.

On a remarqué que tous les corps pouvant se présenter sous la forme de cristaux liquides ont une dimension moléculaire notoirement plus grande que les autres, ainsi qu'on peut le constater, par exemple, sur la formule du para-azoxyanisol. C'est cette dimension prépondérante qui détermine à un taux plus ou moins large, selon la température, la relation mutuelle des molécules voisines. Ainsi, dans un volume suffisamment petit, diverses éventualités seront possibles. Dans le cas de molécules disposées complètement au hasard, on aura un liquide isotrope. Si tous les axes moléculaires sont parallèles, avec les centres des molécules irrégulièrement arrangés et libres de se mouvoir, on se trouvera en présence de l'état nématique. Si les axes moléculaires conservant leur parallélisme, les centres moléculaires ont perdu un degré de liberté, on se trouvera en présence de l'état smectique. Si enfin les molécules sont parallèles avec leurs centres disposés selon un réseau régulier, on sera dans le cas du cristal.

L'existence d'autres états, encore très controversée, a fait à la réunion de la Faraday Society, l'objet de discuesions nombreuses. L'occurence de surfaces coniques a reçu une interprétation intéressante de Sir William Bragg, qui regarde l'arrangement comme une structure réalisant des conditions géométriques déterminées, surface minimum et inclinaison minimum des axes moléculaires.

Foex a attiré l'attention sur le parallélisme étroit qui existe entre les phénomènes d'orientation dans les cristaux liquides et les phénomènes du magnétisme. Un liquide nématique correspond à une substance ferro-magnétique et un liquide normal à un substance para-magnétique, le point de transition de l'un et l'autre correspondant au point de Curie.

L'étude des cristaux liquides de présente comme susceptible d'acquérir une grande valeur pratique dans un avenir plus ou moins lointain, du fait que beaucoup de lubrifiants semble se trouver dans des conditions précisément très similaires. Il sied encore de noter l'importance des cristaux liquides dans la nature et en particulier leur présence dans des tissus vivants tels que muscles et les nerfs.

S. V.

(1) *Nature* (de Londres), 15 juillet 1933.

Météorologie

L'interprétation du vent dans l'antiquité. — La théorie des quatre éléments, venue d'Egypte, remaniée par Pythagore, Empédocle et d'autres, avait conduit les anciens à une explication assez vague, mais ingénieuse de la naissance du vent, basée sur l'expérience suivante :

Un récipient métallique appelé « éolipyle » en forme de boule, garni d'un bec recourbé, n'ayant qu'une ouverture très étroite, est rempli d'eau. Placé sur des charbons bien allumés, il laisse échapper un souffle violent, car « la chaleur heurte l'humidité, et l'élan de la chaleur fait sortir la violence du jet soufflant ». De même dans la nature, quand le soleil se lève, il attire à lui les brouillards, ceux-ci chassent l'air devant eux et font le vide à l'arrière produisant appel d'air d'où le vent.

La direction du vent était repérée par la région du ciel d'où le vent venait, et on désignait cette région par la position que le Soleil y occupait. Primitivement, la rose était divisée en quadrants, plus tard on donna un nom aux vents intermédiaires et on dit qu'Andronic Cyrrestes, construisit à Athènes une grande girouette au sommet d'une tour octogone de marbre; sur chaque face était figurée l'image du vent correspondant; au sommet un triton d'airain tenait une baguette et pouvait se déplacer dans le lit du vent.

En passant du Nord et en allant vers l'Est, les anciens distinguaient pour les directions de la rose du huit : le Septentrio, l'Aquilo, le Solanus, l'Eurus, l'Auster, l'Africus, le Favonius, le Caurus. D'après la théorie ci-dessus énoncée, l'Auster était humide, parce qu'arrivant fortement chauffé des régions brûlantes et passant sur des terres moins chaudes, il leur enlevait toute l'humidité et la répandait sur les pays septentrionaux.

Les directions intermédiaires, ainsi que les vents de régions ou d'époques déterminées reçurent aussi des dénominations. Cependant Vitruve, posant des règles d'urbanisme, préconise d'orienter les rues dans les diagonales des huit directions principales, afin d'éviter que le vent ne s'y engouffre. Il supposait donc que les vents de N. N. E., par exemple, sont moins forts que ceux de N. E. Aucune de nos statistiques n'a pu vérifier une pareille hypothèse (1).

Ce souci de tenir compte du vent pour l'édification des villes était assez logique. On disait d'Avignon, à l'époque romaine, *sine vento venenosa, cum vento fastidiosa*, il est certain qu'encore maintenant ce proverbe pourrait être appliqué à beaucoup de villes méditerranéennes. Ch. F.

(1) *La Météorologie*, août 1933.

Mines

L'exploitation des schistes liasiques de Créveney (Haute-Saône). — Les roches dont il va être question ne sont pas, à proprement parler, des schistes bitumineux, mais des naphtoschistes, c'est-à-dire qu'elles ne contiennent pas de bitume, mais du kérogène susceptible de donner des hydrocarbures par pyrogénation. Leur exploitation, qui paraissait peu probable, il y a quelques années, a pris un essor prometteur, par suite des progrès techniques de leur traitement (1).

Gisement. — La bande liasique qui passe par Créveney est d'une épaisseur considérable (fig. 1) elle repose sur le

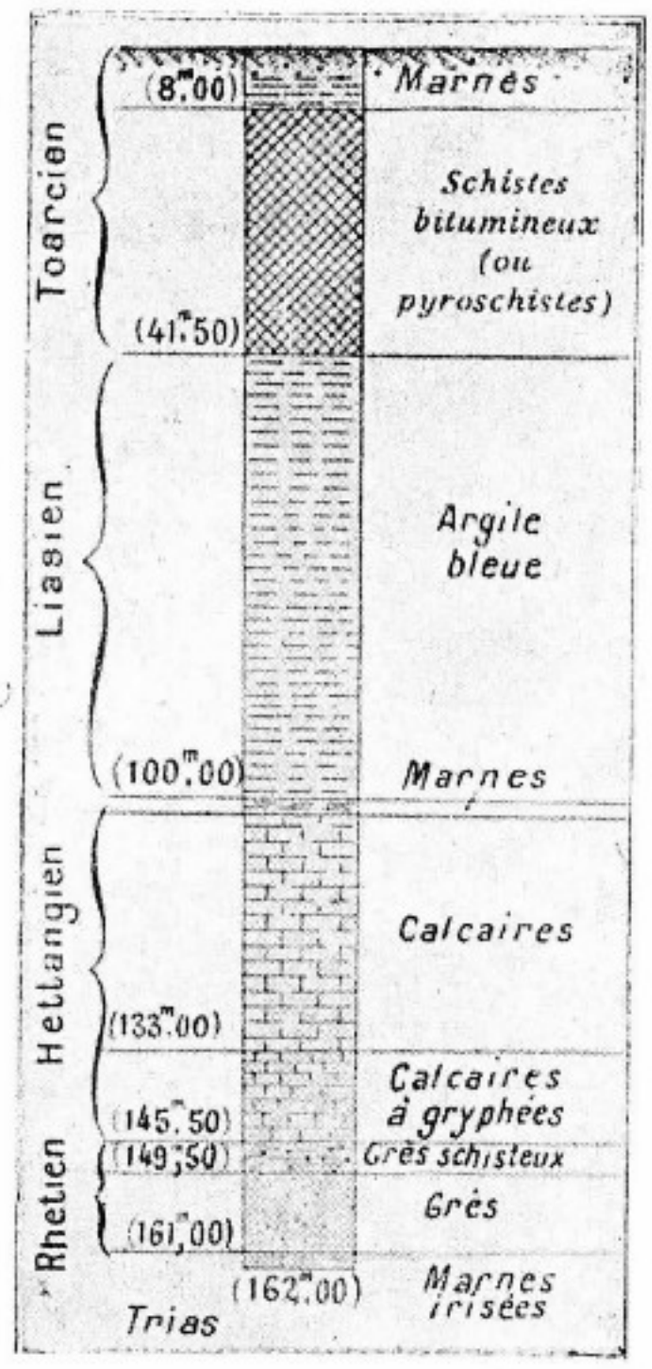


Fig. 1.

trias et est recouverte par le bajocien. Les pentes étant très faibles, les largeurs horizontales du lias sont voisines de 10 kilomètres. Le toarcien, dont la base formée de marnes à posidonies constitue la zone pyroschisteuse, atteint à lui seul 4 kilomètres. La teneur en hydrocarbures de ces roches, très variable suivant la profondeur, est de l'ordre de 6 à 8 o/o, ce qui donnerait déjà pour la seule concession de la « Société des Schistes et Pétroles de Franche-Comté », une réserve de 60.000.000 de tonnes d'huile.

Traitement. — L'appareillage employé à Créveney, diffère notablement de celui utilisé ailleurs et mérite à ce titre, une mention spéciale. Le four de pyrogénation, imaginé par le fondateur de la Société, M. Petit, se compose, en principe, d'un tube en acier étanche tournant dans un four chauffé au gaz. Le réglage parfait de tous les organes permet une très grande rapidité et un haut rendement de l'opération. Ce four, fonctionnant à injections de vapeur, pourrait traiter prochainement quatre tonnées à l'heure (fig. 2).

Les produits de la pyrogénation donnent des goudrons et des huiles brutes lesquelles sont soumises à la distillation fractionnée. Voici quels sont les principaux produits obtenus :

1°) Les goudrons, qui se rapprochent, au point de vue des propriétés physiques, beaucoup plus des bitumes que des goudrons de gaz.

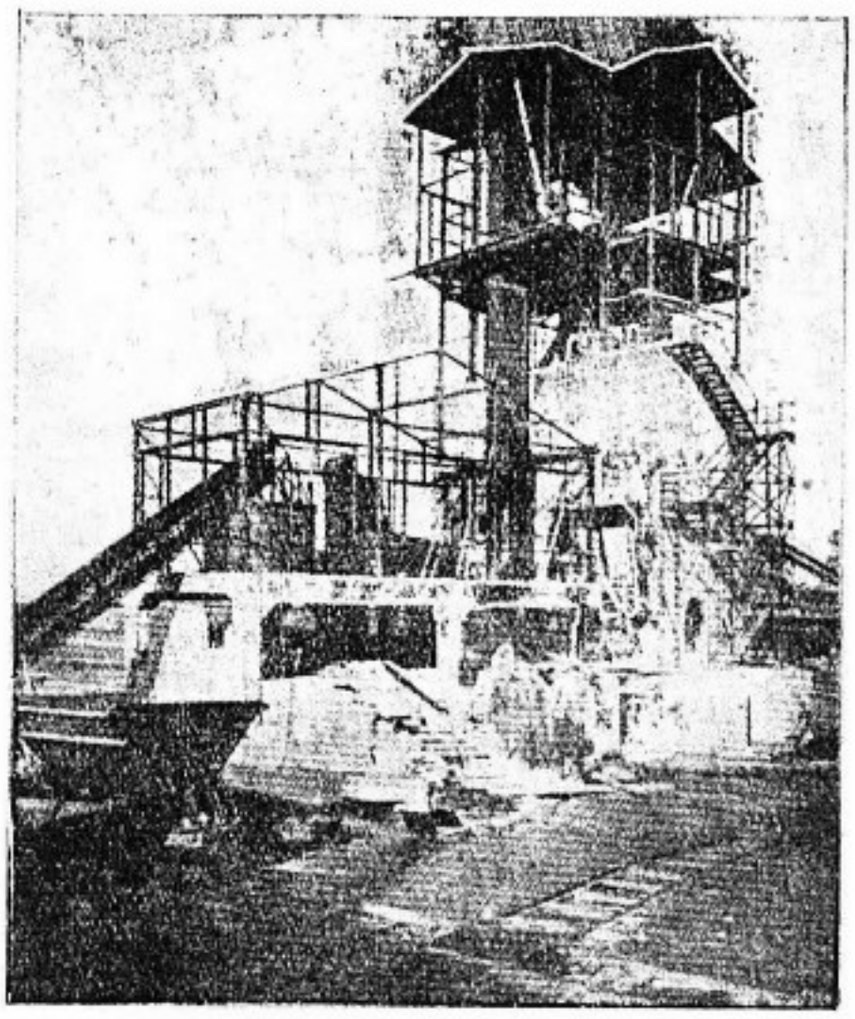


Fig. 2.

2°) L'essence de schiste, dont le prix de revient n'est pas excessif , même après le traitement destiné à la débarrasser de son soufre et de ses phénols, a des propriétés antidétonantes remarquables.

3°) Le pétrole lampant et les gas oils ne diffèrent pas sensiblement de ceux des raffineries de pétrole.

4°) Les huiles de graissage légères.

5°) Les résidus de la pyrogénation peuvent servir d'engrais phosphatés et potassiques faibles, ou de matières premières dans la fabrication des liants et des agglomérés.

CH. F.

(1) *Génie Civil* d'avril 1933.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

La protection contre l'incendie : arcs et circuits de perte. — La question de la sécurité des installations électriques de bord occupe assurément une place importante dans la recherche des moyens propres à prévenir le renouvellement des catastrophes qui ont, à si juste titre, alarmé l'opinion. Il appartient aux voix autorisées de se faire entendre; en même temps, si technique que puisse être le caractère des avis exprimés, il convient que le public soit informé, dans la mesure du possible, des principales suggestions qui se font jour, soit afin de provoquer des collaborations utiles, soit afin de montrer que le problème scientifique de la sécurité ne cesse de retenir l'attention de tous ceux à qui incombe une part des responsabilités qui s'y rattachent.

Cette préoccupation ne pouvait manquer de s'exprimer dans les travaux des groupements d'études et des sociétés savantes, qui réunissent l'élite des techniciens navals. En voici un premier exemple, recueilli au cours de la 37e session, tenue à Paris, du 29 mai au 1er juin de cette année, par l'*Association Technique maritime et aéronautique*. Il s'agit d'un Mémoire, présenté par M. Louis Kahn, Ingénieur du Génie Maritime, relatif à des expériences poursuivies sur les circonstances susceptibles de compromettre l'isolement des canalisations électriques de bord.

Il est malheureusement de fait que les causes des accidents de cet ordre sont rarement analysées avec soin, le mot court-circuit paraissant devoir tout expliquer et répondre à tout. M. Kahn a réussi à mettre en lumière une cause bien déterminée d'accidents éventuels, plus sournoise que le court-circuit et capable de déjouer les précautions les plus minutieuses. Il est à remarquer que les expériences qui forment la base du travail remontent à 1922; elles ont été inspirées par les circonstances d'un incident survenu à cette époque, qui n'eut d'ailleurs par lui-même aucune conséquence matérielle grave. A bord d'un navire à quai, on constata un matin qu'un compartiment des fonds était plein de fumée : un câble principal, distribuant le courant à l'un des services les plus importants, avait brûlé sur la tôle de cloison où il était fixé, en détruisant celle-ci sur son passage. L'accident s'était produit sans entraîner le fonctionnement d'aucun disjoncteur; le fusible de protection, reconnu parfaitement conforme aux prescriptions réglementaires, était intact. L'électricien de service au tableau pendant la nuit n'avait rien remarqué d'anormal, sinon des variations d'éclat des lampes, décelant une fluctuation de tension plus accentuée que d'habitude et qui fut attribuée par lui au fait que le bâtiment, qui recevait le courant de l'usine à terre, subissait les à-coups de tension du service des ateliers et des bassins. L'absence de conséquences graves n'était, d'ailleurs, due qu'à l'éloignement de toute matière inflammable de la cloison endommagée.

La cause de l'incident semblant devoir être imputable à l'isolant, par suite de quelque dégradation survenue à celui-ci, peut-être par contact avec l'eau de mer, l'hypothèse d'un court-circuit se trouvait éliminée *a priori*, le fusible n'ayant pas fonctionné. Un court-circuit a pour effet de rompre immédiatement la liaison avec la source; un incendie n'en peut résulter que si la chaleur libérée par l'arc suffit à mettre le feu dans les matériaux voisins. Il s'agissait ici d'une cause, de nature tout autre, ne produisant pas de surintensité suffisante pour rompre la liaison, mais capable, par contre, d'entretenir la combustion des matières enflammées.

L'auteur de ces recherches fut conduit à se demander si l'isolant d'un câble peut être, en régime permanent le siège d'un courant de perte capable de produire sa propre ignition et, cette possibilité étant démontrée, à chercher comment l'isolant pouvait être amené à cet état particulier de vulnérabilité.

Les expériences entreprises à cette double fin aboutirent à des conclusions très nettes. Un câble dégradé artificiellement et monté à la façon des conducteurs de bord, était branché sur une batterie d'accumulateurs. On créait une perte sur un pôle et l'on constatait alors la formation de petits arcs sous 80 volts. Ces arcs, qui consommaient moins de 30 ampères, n'auraient pas entraîné le fonctionnement des sécurités. Les arcs n'étaient d'ailleurs pas localisés dans la région endommagée, mais se répandaient dans l'isolant en remontant vers la source. Ils augmentaient d'intensité par l'effet d'un choc ou d'une pression appliquant fortement l'armure métallique de protection du câble contre l'isolant.

Dans une autre série d'expériences, le câble dénudé était placé à l'intérieur d'un tube métallique, jouant le rôle de l'armure. Ce tube, long d'environ 50 cm., était placé verticalement et fermé à sa base par un bouchon isolant traversé par le câble. Une différence de potentiel d'environ 80 v. était maintenue entre le câble et le tube. On a d'abord versé dans le tube de l'huile pure, faisant ainsi fonction d'isolant; progressivement, on y a mélangé une émulsion d'huile dans de l'eau de mer, jusqu'à aboutir à de l'eau de mer pure. A aucun moment, il n'a été constaté de production d'arc; de l'isolement parfait à la perte au travers de la résistance liquide, il y a eu variation lente sans accident.

Après cela, l'isolant a été constitué par du chiffon de coton bien sec, que l'on a mouillé avec de l'eau de mer. On a relevé alors le processus suivant : le passage du courant, d'une dizaine d'ampères, à travers le chiffon imbibé, qui se comporte comme une véritable résistance liquide, échauffe l'eau, qui s'évapore bientôt. De petites étincelles apparaissent, puis se développent dans le chiffon qui se dessèche. Finalement, un arc jaillit et met le feu au chiffon, sans que l'intensité ait à aucun instant dépassé 10 ampères. On arrête l'incendie en coupant le courant, il suffit de refermer celui-ci pour que l'arc renaisse et se développe de lui-même.

De ces expériences et de celles, plus précises encore, qui ont suivi, il est bien résulté la démonstration de ce fait capital que, suivant son état de dégradation, un isolant peut donner soit un court-circuit franc, soit une perte franche, soit enfin un arc capable de s'amorcer et de subsister. Cet arc consomme une intensité réduite, insuffisante pour faire fonctionner les sécurités, mais libérant assez de chaleur pour amorcer la combustion de l'isolant. La destruction de celui-ci est, d'ailleurs, la fin la plus souhaitable, puisqu'elle provoque le court-circuit franc qui fait fondre les fusibles.

Ces conclusions ont été encore corroborées par le résultat d'expériences analogues, effectuées au début de l'année par un de nos grands chantiers; dans cette épreuve, la dégradation de l'isolant avait été réalisée au moyen de pointes, analogues à celles qui servent à fixer sur le lambourdage les panneaux en bois qui forment les cloisons entre cabines. Ces pointes peuvent pénétrer, par accident

ou inadvertance, dans les câbles, lorsque ceux-ci sont dissimulés dans le coffrage ainsi constitué.

Ce qui fait la gravité des arcs occasionnés par les courants de fuite, c'est la difficulté de les dépister, car ils échappent au contrôle des fusibles et même à celui des indicateurs d'isolement; seul, l'essai de rigidité diélectrique peut donner la certitude nécessaire, bien qu'il soit d'exécution délicate à bord. En somme, la prévention doit consister surtout dans les soins apportés à la construction et dans la surveillance en service.

Dans ces conditions, l'auteur se demande si la conception même des distributions ne devrait pas tenir compte de l'éventualité de pareils incidents. Les arcs ne sont possibles que si des circuits de perte peuvent se fermer par la masse. En constituant toute la distribution par des circuits dérivés en provenance des mêmes barres, on rend possible la fermeture des circuits de perte les uns par les autres, en un point quelconque du navire. On diminuerait donc la probabilité de fermeture, en proportion de la subdivision que l'on réaliserait du circuit général, en éléments qui seraient sans connexion électrique entre eux. En courant alternatif, on obtiendrait aisément ce résultat par la simple interposition de transformateurs, même à rapport 1/1. En continu, les coupures pourraient être réalisées par l'interposition de groupes convertisseurs jouant le même rôle, ou encore par l'installation d'ensembles de production et de distribution entièrement indépendants.

Autant de voies ouvertes à la recherche technique pour la sécurité.

Louis Basso.

Métallurgie

La soudure à l'hydrogène atomique. — On utilise couramment aujourd'hui, dans l'industrie, la soudure à l'hydrogène atomique, invention dont l'honneur revient au célèbre physicien américain Irving Langmuir. Ce fut au cours d'un long travail sur la dissociation des molécules d'hydrogène que Langmuir, frappé de la grande quantité de chaleur mise en jeu par la recombinaison des atomes du gaz, entrevit tout le parti pratique à tirer de cette circonstance.

La technique est relativement très simple, et on obtient la flamme de soudure par la simple application à un jet de gaz hydrogène d'un champ électrique approprié. La flamme d'hydrogène atomique, qui jouit, par ailleurs d'un grand pouvoir réducteur, est assez chaude pour fondre les métaux réfractaires.

La méthode a permis la fusion facile du tungstène, et par suite a aussitôt pris place dans l'industrie de l'éclairage électrique. Précisément à cause de ses propriétés hautement réductrices, la flamme d'hydrogène atomique est encore très utilisée dans la métallurgie du fer et dans celle de nombreux alliages.

S. V.

Aviation

La Navigation aérienne et la sécurité. — La navigation ne peut se développer que dans la sécurité.

Outre la solidité des appareils, il y a la *sécurité aérodynamique*, la sécurité contre l'incendie, etc...

Risque Aérodynamique.

L'atterrissage. — Afin de prendre contact avec le sol la moindre vitesse, l'avion doit perdre de son erre au cours d'un palier exécuté à 1 m. environ du sol, palier qui augmente la longueur du terrain nécessaire. La longueur de ce palier dépend du poids et de la polaire de l'aile, mais elle est peu allongée par la finesse de l'avion. Le moyen le plus efficace de réduire ce palier, c'est de prendre contact avec le sol à une vitesse un peu supérieure à la vitesse minima, solution qui exige une organisation particulière du train-béquille. Le pilote doit manœuvrer pour se rapprocher du sol avec l'incidence maximum sans risquer la perte de vitesse; la marge de sécurité entre la vitesse restante près du sol et la vitesse minimum de sécurité conditionne donc le problème.

L'aile en fente, l'hélice réversible ont fait beaucoup pour l'avancement de cette question.

Le décollage. — De même, pour décoller court, le pilote doit pouvoir — sans risque — s'approcher de l'incidence de sustentation maxima, fait bien connu.

Maniabilité latérale. — La perte de maniabilité latérale, qui conduit à la vrille, est le principal obstacle à l'emploi des incidences à fortes sustentions. Cette perte se manifeste brutalement.

La girouette Constantin parait l'appareil le plus efficace contre ce danger.

Essais. — Les critères de stabilité et de maniabilité se déterminent au cours d'essais de pilotage contrôlé.

Trois groupes d'essais doivent ainsi, être poursuivis :

— Essai sur petit modèle librement abandonné.

— Essai sur avion prototype en essai.

— Etude constante des conditions d'utilisation des avions de série.

— Essais en girouette, essais sur modèles libres, essais en vol doivent être l'objet d'un publication synthètique.

Le risque aérodynamique est d'autant plus grand que *dans la zone d'emploi, deux régimes différents de vols sont possibles.*

On a cherché à perfectionner l'avion et le dernier challenge international des avions de tourisme montre les progrès accomplis dans cette voie.

Un autre groupe de solutions consiste à rejeter la zone critique hors de la zone d'emploi. L'excès de puissance motrice comme réserve de stabilité joue un rôle analogue à la réserve de franc bord dans la sécurité des navires. L'allègement des moteurs joue ici, un rôle essentiel.

La Sécurité. — Il est d'autres causes d'accident que ceux dont nous venons de parler, notamment l'incendie.

Un accident est rarement dû d'ailleurs à une cause unique; il y a généralement une cause originelle et des causes aggravantes; la conclusion est que rien ne doit être négligé.

D'ores et déjà, on peut dire que les progrès de la sécurité sont considérables : les pilotes de transport public ont très peu d'accidents de départ ou d'atterrissage, infiniment peu d'accidents en vol.

Les circonstances atmosphériques, la brume notamment et les pannes de moteurs, sont les causes les plus fréquentes. Les ruptures des pièces de l'avion sont relativement rares, surtout si l'on défalque les accidents survenus à des appareils en essai.

Lorsqu'on compare les pourcentages d'accidents, il y a dix ans avec les pourcentages de 1931, on constate une régression sensible.

Quelques progrès encore possibles viendront sans doute rendre plus sûr que n'importe quel autre moyen, le transport aérien : emploi d'huile lourde dans les moteurs à injection; augmentation des puissances et allègement des appareils, perfectionnement de la sécurité aérodynamique, entraînement des pilotes, contrôle des fabrications, dé-

termination des sollicitations maxima en vol et modifications dans certains organes et assemblages grâce à la *photoélasticimétrie*, et enfin, signalisation nocturne et par temps de brume.

La signalisation. — *a*) *Optique*. — Les phares ont été un peu perfectionnés.

Tels qu'ils sont, ils semblent à peu près suffisants en temps normal. Les brume réduisent à bien peu leur portée, il faudrait donc accroître — d'une manière considérable — leur puissance pour avoir un résultat pratique. A cause des variations incessantes de la réfraction atmosphérique et des modifications de portée résultant des états plus ou moins brumeux, on devrait modifier constamment l'orientation de l'axe du faisceau lumineux, pour avoir le maximum de chances de faire voir l'éclat par le pilote à la plus grande distance possible. Une telle pratique, en permettant de concentrer tout le flux lumineux dans la direction utile, serait une amélioration considérable. Mais comment calculer les relèvements des faisceaux tournants. Nous avons imaginé de faire osciller ces faisceaux d'une faible amplitude qui suffirait à résoudre le problème, à l'aide d'un électro-aimant entretenant le mouvement pendulaire et commandé par un interrupteur à mercure; nous souhaitons que ce système soit bientôt mis à l'essai, car le développement de la navigation nocturne et même de l'aviation dans certains pays brumeux rend bien désirable un phare qui perce une plus grande épaisseur de brume.

Les lumières colorées sont employées pour la signalisation des dangers; les tubes luminescents, récemment perfectionnés par G. Claude, pour délimiter certains terrains; la signalisation des pylônes des lignes de transport d'énergie électrique a été très avancée en Allemagne.

Les observations de la portée des signaux lumineux sont souvent déconcertantes, surtout pour les lumières colorées. Il serait assez facile pourtant :

1° De déterminer au laboratoire, le coefficient d'absorption des verres colorés;

2° D'utiliser la cellule photo-électrique à l'étude des portées des phares.

Les phares — on devrait dire les projecteurs — d'atterrissage de nuit portés sur les avions restent à peu près les mêmes que ceux en usage en 1918. Les projecteurs d'éclairage (Sauter-Harlé; BBT), du sol sont satisfaisants.

b) *Hertzienne*. — Les postes radiotélégraphiques ont été un peu améliorés, mais bien rares encore sont les avions équipés avec des appareils bien syntonisés et d'une portée suffisante.

Plus rares encore ceux qui ont des installations goniométriques permettant, en l'absence de toute visibilité, de faire le point. Quelques postes radiogoniométriques de terre donnent le point aux avions qui le demandent par T. S. F., mais non sans risque de confusions dès que les demandeurs deviendront nombreux. Les progrès sont parfois bien lents (1).

Les Américains emploient couramment un système de signalisation hertzienne qui indique la route à suivre pour l'entrée au port, la seule objection qu'on puisse formuler contre ce procédé éminemment pratique, c'est le danger de collision, qu'on pourrait aussi évoquer aussi contre les câbles Loth.

Le pilote ou le navigateur aérien, doit rester maître de sa route, comme le capitaine d'un navire; la place des phares et des radiophares est donc à terre, les déterminations de point devant s'effectuer à bord.

Les Appareils de Navigation. — En plus des radiogoniomètres, les appareils de navigation sont les compas l'indicateur de dérive, un sextant spécial, un indicateur de vitesse, etc...

Le compas est l'instrument essentiel.

Un compas de navigation maritime ne peut évidemment être utilisé : il faut un compas léger, de faible inertie et pouvant se compenser au degrés près.

La construction et la compensation des compas d'aviation ont fait des progrès sensibles. Les appareils nouveaux facilitèrent la compensation des fers doux et des fers durs avec une grande précision, problème qui est le même que celui de la marine, avec cette différence qu'on doit employer pour la compensation, que des masses aussi légères que possible. Le problème de la compensation (1) doit être résolu avant chaque grand voyage sinon, on risque de s'égarer, et s'égarer c'est souvent périr.

Différents appareils épargnent l'attention du pilote.

L'aiguille de la boussole après un virage ne revient pas immédiatement au Nord magnétique; il est bon que le pilote ait, pendant le temps nécessaire à une nouvelle stabilisation de l'aiguile, un point de repère aussi fixe que possible. On y arrive à l'aide d'un compas auxiliaire composé essentiellement d'un solénoïde moins sensible aux virages que le compas. C'est un dispositif de ce genre qui a facilité la navigation correcte de Lindbergh au cours de son fameux raid.

La stabilisation automatique. — La stabilisation est d'abord obtenue par les qualités aérodynamiques de l'appareil dont nous examinons plus loin les progrès, mais on cherche à la parachever en utilisant des appareils automatiques.

L'aviation était à peine née, que de nombreux inventeurs proposaient des stabilisateurs. En fait, aucun dispositif n'a encore remporté un succès complet.

Etudes théoriques. Il faut étudier :

Le régime de vol horizontal à incidence constante dans le cas des petits mouvements et des autres, et distinguer la stabilité statique et la stabilité dynamique;

Le vol à différents régimes du moteur;

La stabilté autour des axes de giration et de roulis;

L'amortissement.

Dispositifs de pilotage. — Les appareils expérimentés peuvent se classer en :

a) Gyroscopes.

b) Pendules compensés.

c) Girouette.

La catégorie a) comprend les dispositifs S.E.C.A.T. et Boykow. La catégorie *b*) est représentée par l'appareil Mazade-Aveline. La catégorie c) par le dispositif Mazade-Constantin et par différents dispositifs du Service Technique de l'Aéronautique.

D'autres dispositifs ont pour but de conduire l'avion en altitude et direction (Baule-Mengden et Askania-Bamberg) ou en altitude seulement. Ces derniers comprennent le stabilisateur d'altitude, le dispositif de départ et le dispositif d'atterrissage automatiques.

La girouette est peut-être l'appareil le plus pratique. Il est, en effet, très sensible, de sorte qu'il prévient à temps, de l'entrée dans la zône des incidences dangereuses. L'in-

(1) Nous avons eu l'honneur de faire, avec Armagnat, la première détermination hertzienne du point à Villacoublay pendant l'hiver de 1918-1919.

(1) *Cf.* Ed. Marcotte et Bérehare « *Connaissances utiles aux Aviateurs* » p. 116. Dunod, éditeur.

tensité du couple redresseur ainsi développé est telle qu'il peut agir sur les gouvernes sans mettre en jeu un servomoteur. Les derniers essais de la girouette Constantin au Service Technique de l'Aéronautique sont des plus encourageants.

Le problème a donc reçu plusieurs solutions intéressantes qui, avec quelques améliorations mécaniques, pourraient devenir pratiques. Ce serait une solution magistrale du *pilotage dans le brouillard*. ED. MARCOTTE.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 18 *septembre* 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *S. Michlin.* — **Le problème biharmonique fondamental à deux dimensions.**

THÉORIES DES GROUPES. *A. Markoff* (transm. par M. Elie Cartan). — **Sur les espaces vectoriels considérés comme groupes topologiques.**

AÉRODYNAMIQUE APPLIQUÉE. — *J. Valensi* (transm. par M. Henri Villat). — **Sur la loi de variation du pas des tourbillons se détachant des pales d'une hélice populsive en fonction de V/*n* D; application au calcul de la circulation; vitesse; puissance.**

ÉLECTROOPTIQUE. — *M. Schwob* (transm. par M. J. Perrin). — **Sur la biréfringence électrique du camphre.**

CHIMIE MINÉRALE. — *R. Dolique* et *A. Grangiens* (prés. par M. Delépine). — **Sur les deux formes de l'acide phosphoreux.**

Duncan Mitchell a envisagé, en 1925, pour l'étude de ces deux formes, l'action réductrice des solutions obtenues par décomposition du trichlorure de phosphore dans l'eau.

M. Dolique et Grangiens ont étudié l'évolution de ces mêmes solutions au cours du temps, par un procédé non plus chimique, mais physique, et ont fait choix de la méthode d'analyse capillaire de Dubrisay, c'est-à-dire la mesure du nombre de gouttes fournies par écoulement, au sein des différents milieux en expérience, d'un volume donné d'une solution d'acide stéarique dans l'huile de vaseline.

CHIMIE ORGANIQUE. — *H. Gault* et *L.-A. Germain* (prés. par M. Delépine). — **Sur le méthylène-butanolome.**

— *C.-V. Gheorghiu* (prés. par M. Delépine). — **Sur la dissociation ionique des dérivés de la 2-thiotétrahydro -1.2 3.4-quinazoline.**

L. FRANCHET.

Séance du 25 *septembre* 1933.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *S. Minetti* (transm. par M. Emile Borel). — **Sur la géométrie de l'holoespace des fonctions holomorphes dans une même dimension et sur ses liens avec la théorie des équations différentielles ordinaires.**

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *E. Baticle* (transm. par M. Emile Borel). — **Le problème de la répartition.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *A. Demoulin.* — **Sur quelques classes de congruences W.**

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Mme Y. Labrouste* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Contribution à la caractérisation de l'agitation magnéfique.**

L'auteur pense que la longueur, mesurée au curvimètre, des courbes enregistrées, jour après jour, pourrait fournir un moyen assez rapide de caractérisation permettant de représenter l'agitation d'un élément magnétique donné avec plus de finesse que par les échelles établies sur les données actuelles.

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *Jean Perrin.* — **Remarques au sujet des neutrons.**

Des observations effectuées, il résulte que la régénération des neutrons aux dépens des photons (éventuellement produits par effet Compton inversé) doit se poursuivre dans le vide. Même si la Matière et la Lumière se maintiennent dans l'Univers en équilibre statistique, et puisque les Etoiles une fois nées s'amenuisent sans cesse, il faut que dans l'espace « vide », il apparaisse plus de neurons qu'il n'en disparaît, en sorte que la gravitation puisse former lentement les agglomérations vébulaires d'où sortent les jeunes Etoiles géantes.

ÉLECTRONIQUE. — *H.-R. Grave, C.-C. Lauritsen* et *A. Soltan.* — **Productions artificielles de neutrons.**

Les auteurs ont poursuivi l'étude faite par Mme I. Curie et F. Joliot relativement à la production des neutrons par le bombardement du glucinium avec des particules α d'énergie voisine de 1.300.000 e V. Ils ont effectué leurs recherches avec des énergies inférieures à 1.000.000 e V.

Ils ont construit un tube à décharge qui, à une tension de 950.000 volts et avec un courant d'ions de 30 μ A, constitue une source de neutrons de beaucoup plus intense que les sources Po + Be actuellement employées.

PHOTOGRAPHIE. — *G.-A. Boutry* (transm. par M. Ch. Fabry). **Sur l'influence de l'ouverture des fatsceaux utilisés dans la mesure des densités photographiques.**

Les résultats obtenus montrent pourquoi deux densitomètres, utilisant des objectifs d'ouvertures plus petites et différentes ne peuvent donner de résultats comparables. Ils montrent aussi qu'il n'est pas nécessaire, pour approcher la densité efficace ou la densité en lumière diffuse, d'utiliser une sphère d'intégration ou en verre opale, procédés qui entraînent une perte de lumière, diminuant ainsi la portées des mesures; l'emploi d'objectifs d'ouverture suffisante est bien plus commode; il augmente au contraire la sensibilité et la portée des déterminations.

RAYONS X. — *H. Hulubei* et *Y. Cauchois* (transm. par M. J. Perrin). — **Emission X caractéristique d'éléments à l'état gazeux. Spectre K du xénon (émission et absorption).**

Poursuivant leur étude de l'émission X des gaz et des vapeurs, les auteurs ont analysé le spectre K caractéristique du xénon qu'ils ont obtenu à l'état normal, à l'aide d'une lame de mica, dans les trois premiers ordres de réflexion, après quelques heures de pose sur l'une des émulsions photographiques d'une « Lane film Agfa »; les dispersions sont dans ces ordres 24,12 et 8 u.x. par millimètre, respectivement.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *A. Giberton* (prés. par M. A. Desgrez). — **Méthode de dosage colorimétrique de l'hydrogène sulfuré, des sulfures et des hyposulfites.**

La méthode est basée sur la réaction de l'hyposulfite de sodium sur les sels d'argent solubles et peut être effectuée sur des prises d'essai de l'ordre d'un dixième de milligramme d'hyposulfite de sodium.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R Levaillant* (prés. par M. Urbain). — **Obtention de quelques éthers-sels de la chlorhydrine sulfurique ou de l'acide sulfurique.**

L'auteur décrit trois nouveaux exemples de la réaction qu'il a indiquée (*C. R.* 189, 1929, p. 465 et 190, 1930, p. 55), du chlore ou du chlorure de sulfuryle agissant à froid sur les éthers neutres de l'acide sulfureux, engendrent les éthers chlorosulfoniques.

L. Franchet.

LITHOLOGIE. — *A. Lacroix*. — Les roches éruptives potassiques, leucitiques ou non, du Tonkin occidental.

Les roches découvertes par M. Fromaget forment une série potassique de physionomie spéciale, rappelant celle de certaines régions du Montana. On doit y signaler particulièrement l'apparition de la leucite, qui n'était connue que sur quelques points du continent asiatique.

GÉOLOGIE. — *J. Fromaget*. — Sur la présence de roches intrusives alcalines dans la zone charriée néotriasique des plateaux calcaires du Tonkin occidental.

Il existe, dans la zone charriée néotriasique de la région qui s'étend transversalement entre Binh Lu et Laichau, une série intrusive alcaline; à ses éléments s'associent des coulées de trachytes accompagnés de tufs. Toutes ces intrusions alcalines sont montées à la même époque, elles sont en grande partie postérieures à l'arrivée des nappes, mais en général elles ne se sont pas consolidées avant la mise en place définitive de celles-ci. Il semble raisonnable d'admettre que ces intrusions syntectoniques sont des remontées de magma alcalin provenant de la fusion de la base du socle continental de la Rivière Noire.

EMBRYOGÉNIE. — *P. Wintrebert* (prés. par M. Gravier). — Mosaïque, régulation, épigenèse.

Le classement actuel des œufs d'après leur développement admet deux types, qui s'opposent : mosaïque et régulation; il laisse de côté l'épigenèse. Il n'y a pas, en réalité, opposition entre la mosaïque et la régulation. La conversion de la régulation en un préformisme latent n'est pas justifiée.

L'épigenèse, essentiellement appuyée sur l'observation, montre que l'ontogenèse est un enchaînement d'épisodes constitutionnels dont chacun présente une évolution anatomo-physiologique propre; le développement d'un blastomère isolé dépend à la fois de sa position sur l'œuf et des conditions physiques de son protoplasme, qui permettent ou non son remaniement. Les centres, initiateur et organisateur, dont l'épigenèse révèle l'existence chez les Amphybiens, remplissent des fonctions inductrices, *propres à l'embryon;* elles diffèrent des localisations germinales des préformistes en ce qu'elles ne renferment pas de substances organo-formatives et ne sont pas prédestinées. Le préformisme ne peut se maintenir que par la confusion des étapes et l'ignorance des fonctions germinales.

BACTÉRIOLOGIE. — *F. Chodat* et *F. Wyss-Chodat* (prés. par M. Roux). — Les déshydrogénases au cours de la staphylolyse. Méthode pour l'évaluation de la lyse bactérienne.

Au cours de la lyse, il y a atténuation, puis disparition de l'activité réductrice des germes de staphylocoque vis-à-vis du bleu de méthylène. Ce fait montre une fois de plus que l'activité du système respiratoire est liée à l'intégrité de la structure cellulaire. On peut, en mesurant dans des conditions déterminées la durée de la décoloration du bleu de méthylène, établir l'âge et le degré de al lyse bactérienne.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — L'Académie des Sciences vient de perdre trois de ses membres les plus éminents : MM. Paul Painlevé, Léon-Charles-Albert Calmette et Pierre-Paul-Emile Roux.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — A l'occasion de la rentrée de l'Université, celle-ci a tenu, le 4 novembre, à la Sorbonne, une séance solennelle au cours de laquelle le titre et les insignes de docteur *honoris causa* ont été décernés à plusieurs savants étrangers :

M. Cesare Givante, Professeur honoraire de droit commercial à l'Université de Rome et président de la Commission pour la réforme du Code de commerce, au titre de la Faculté de Droit;

Le Professeur H. Cushing, membre de l'Académie des Sciences de Washington, ancien Professeur de neurochirurgie, et le Docteur Volhard, Professeur à l'Université de Francfort, spécialiste du rein, au titre de la Faculté de médecine;

M. Levi-Civita, Professeur à l'Université de Rome, mathématicien éminent, au titre de la Faculté des Sciences;

M. Puij I Cadafalch, historien de l'art et président de l'Institut d' « Estudis Catalans » de Barcelone, au titre de la Faculté des Lettres;

M. L. Van Itallie, Professeur de chimie pharmaceutique et de toxicologie à l'Université de Leyde, au titre de la Faculté de Pharmacie.

Université de Paris. — *Faculté des Sciences. — Soutenances de thèses de Doctorat.* — 17 octobre. — M. Skapier : « *Etude de la régénération et de la cicatrisation des lésions cutanées expérimentales* ».

4 novembre. — M. Devisme : « *Sur l'équation de M. Pierre Humbert* ».

Ecole d'Anthropologie. — Le Dr Montandon, Professeur d'Ethnologie, fera sa leçon inaugurale le 6 novembre 1933 à 17 heures, sur : « *La relation du climat à la Morphologie nasale* ». (Projections).

Université de Nancy. — *Faculté des Sciences.* — M. Lafitte, assistant à la Sorbonne, est nommé Professeur de Chimie minérale (Chaire transformée).

Université de Besançon. — *Faculté des Sciences.* — M. Joannis, assistant à la Sorbonne, est nommé Professeur de Chimie appliquée, en remplacement de M. Tissier.

L. F.

NÉCROLOGIE

Paul Painlevé, 1863-1933.

Paul Painlevé était né à Paris en 1863. Après des études très brillantes, élève de l'Ecole normale supérieure, il fut nommé, en 1886, Professeur de Mathématiques à la Faculté des Sciences de Lille; en 1893, Maître de Conférences à la Sorbonne et Répétiteur à l'Ecole Polytechnique et en 1893, Professeur au Collège de France. En 1900, il était élu membre de l'Académie des Sciences, dans la Section de Géométrie, en remplacement de

Darboux, élu Secrétaire perpétuel. Ses ouvrages, parmi lesquels, les *Leçons sur l'intégration des équations de la mécanique; Leçons sur le frottement; Leçons sur la théorie des équations différentielles* ont eu une renommée mondiale. Il a écrit aussi plusieurs ouvrages sur l'Aviation pour laquelle il s'était passionné dès la première heure. Il avait été nommé, en 1900, Professeur à l'Ecole Polytechnique.

Paul Painlevé était entré dans la politique en 1910 et devait y demeurer jusqu'à sa mort.

Emile Roux, 1853-1933.

Le Dr Pierre-Paul-Emile Roux, Directeur de l'Institut Pasteur, est mort le 3 novembre 1933. Né le 17 décembre 1853, à Confolens (Charente), il fut le dernier disciple direct de Pasteur, le dernier ayant vécu dans l'intimité de l'immortel savant.

Il commença ses études classiques au Collège de Confolens, les continua à Aurillac et ensuite au Puy. Peu après avoir été reçu Docteur en médecine à Paris, il devint, en 1877, sur la recommandation de Duclaux, préparateur de Pasteur, qu'il ne devait plus quitter. Il était Chef de service quand, en 1895, il fut nommé sous-Directeur de l'Institut Pasteur, puis Directeur, en 1904.

En 1895, le Dr Roux fut élu membre libre de l'Académie des Sciences, en 1899, membre titulaire, en remplacement d'Aimé Girard. En 1896, il était appelé à occuper le fauteuil de Pasteur à l'Académie de Médecine.

Son œuvre scientifique est considérable. Ses premières recherches furent publiées, pour la plupart, en collaboration avec Pasteur, avec lequel, il prit part à de nombreuses études, notamment celles relatives à la rage.

Ses travaux personnels ont eu également une renommée mondiale, particulièrement sa découverte des toxines et de leur action, qui devait le conduire, en collaboration avec Yersin, à la préparation du sérum antidiphtérique, grâce auquel la mortalité due à la diphtérie tomba de 40 à 2 p. 100. Puis, en collaboration avec le Dr Vaillard, il obtint le sérum antitétanique qui devait permettre d'enrayer la terrible infection et qui rendit tant de services au cours de la dernière guerre. Bien d'autres de ses travaux sont célèbres également, notamment ceux sur le choléra et la syphilis.

La sérothérapie lui doit des méthodes auxquelles son nom restera attaché.

Le Dr Emile Roux était Grand'Croix de la Légion d'Honneur. Il laisse le souvenir d'un très grand savant, d'une modestie poussée à l'excès et d'une bienveillance rare.

Sa mort, survenant en même temps que celle de Calmette, ne met pas seulement en deuil la science française, mais la science mondiale.

Le Dr Roux fut, comme le Dr Calmette qui l'a précédé de deux jours dans la mort, un grand bienfaiteur de l'Humanité et leurs noms resteront éternellement associés à celui de Pasteur dont l'œuvre gigantesque s'est continuée par eux.

Léon-Charles-Albert Calmette, 1863-1933.

Le Dr Calmette, né en 1863, débuta comme Médecin de Marine, prit part à la campagne de Chine, puis après de nombreux séjours aux Colonies et surtout en Indochine, il dirigea l'Institut bactériologique de Saïgon qu'il avait fondé (1891-1893). On lui doit les premiers travaux sur le venin des serpents, qui devaient le conduire à la découverte d'un sérum anti-venimeux et à ce titre, de nombreux coloniaux lui doivent la vie.

Lors de son retour en France, il fonda l'Institut bactériologique de Lille dont il fut le Directeur de 1893 à 1919. Parmi les travaux qui, pendant cette période féconde, le rendirent célèbre, il y a lieu de citer notamment ceux relatifs à la Bactériologie et à l'Hygiène qui donnèrent lieu, de la part de l'illustre savant, à de nombreuses publications dont la plus connue, parmi le grand public, est son ouvrage sur les *Recherches sur l'épuration biologique des eaux d'égouts*.

Le professeur Calmette, s'était consacré également à l'étude de ce redoutable fléau qu'est la tuberculose. Il publia sur ce sujet plusieurs mémoires, notamment l'*Infection bacillaire et la tuberculose chez l'homme et les animaux*. Après plusieurs années de recherches, il découvrait et mettait au point, avec la collaboration de M. Guérin, un vaccin préventif, connu partout aujourd'hui, sous le nom de B. C. G. que récemment les allemands, mettant à profit l'erreur d'une infirmière de l'un de leurs hôpitaux, tentèrent, mais en vain, de discréditer.

Depuis la fin de la guerre, M. Calmette était sous-directeur de l'Institut Pasteur de Paris.

En 1904, il avait été nommé Correspondant de l'Académie des Sciences et en 1927, membre titulaire dans la Section d'Economie rurale, en remplacement de G. André. Il était Grand'Croix de la Légion d'Honneur.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

The expanding Universes, par Sir Arthur Eddington. In-12 de 128 pages avec une planche hors-texte, Cambridge University Press. — Prix : 3 sh. 6 p.

Un ouvrage de Sir Arthur Eddington est toujours un régal. Lorsqu'il expose en 125 pages, comme celui que nous annonçons aujourd'hui, les questions les plus nouvelles et les plus mystérieuses de la physique cosmique, il doit être lu par tous ceux qui s'intéressent aux problèmes scientifiques.

L'origine de ce petit livre est une conférence semi-populaire que Sir Arthur Eddington fit à Cambridge (Mass.) à l'Assemblée générale de l'Union Astronomique internationale, en septembre 1932 et trois adresses radiodiffusées peu après. Le fond de l'ouvrage suit d'une manière générale, les vues de Lemaître sur l'expansion des galaxies; il ne traite pas ce problème comme une fin en soi, mais plutôt en vue de ses rapports avec la *constante cosmique*, la relativité et la mécanique ondulatoire. Quoique l'Auteur ait essayé de rendre ses explications aussi simples que possible, il n'a pas hésité à se plonger dans des matières très difficiles lorsque cela semblait nécessaire, pour une discussion adéquate du problème. Malgré ces difficultés, le style de Sir Arthur Eddington reste plein d'humour, à son habitude.

La conférence de Sir Arthur Eddington commençait par ces phrases qu'il a tenu à reproduire dans la préface de son opuscule :

« Ceci est une conférence internationale, et j'ai choisi un sujet international. Je parlerai de l'œuvre théorique d'Einstein, d'Allemagne; de de Sitter, de Hollande; de Lemaître, de Belgique. Pour les données d'observation, je me tourne vers les Américains Slipher, Hubble, Humason, rappelant cependant que la distance, donnée d'importance vitale, est obtenue par une méthode que nous devons à

Hertzsprung, de Danemark. Comme je ne veux pas vous troubler avec l'analyse mathématique, je devrai passer sur Levi-Civita, d'Italie, dont nous employons les méthodes et les idées. Mais je dois me référer spécialement au nouvel intérêt qui s'ajoute au sujet par son enchaînement à la mécanique ondulatoire; comme nom représentatif de cette mécanique ondulatoire, je mentionnerai celui de son créateur, de Broglie, de France.

Mon sujet disperse les galaxies, mais il unit la Terre. Puisse aucune « répulsion cosmique » n'intervenir pour nous séparer. J. B.

Applications de la statistique à la démographie et à la biologie, (fas. III, du t. III du Traité de Calcul des Probabilités d'Emile Borel, par R. Risser, Professeur au Conservatoire National des Arts-et-Métiers. In-8° de 253 pages avec figures. Gauthier-Villars, Paris, 1932. — Prix : 50 francs.

Cet important ouvrage contient, d'une part, des questions intéressant à la fois le statisticien et l'actuaire, d'autre part, des problèmes touchant à la lutte des espèces. L'exposé se divise en quatre parties.

La première partie gravite autour des idées de morbidité et d'invalidité ; les problèmes rencontrés pour l'établissement des tables de fréquence correspondantes fournissent l'occasion d'appliquer la théorie de l'équation intégrale classique de M. Volterra.

La seconde partie expose les méthodes employées pour déterminer les taux de mortalité de la population générale.

La troisième partie s'occupe des travaux de M. Vito Volterra sur les associations biologiques et la lutte pour la vie, travaux confirmés par divers faits d'observation.

Enfin, une dernière partie traite des méthodes d'ajustement analytique et d'ajustement mécanique, auxquelles il faut recourir lorsque les résultats expérimentaux présentent des irrégularités plus ou moins marquées.

L'ensemble de ces questions variées forme un tout des plus éducatifs, et qui ne manquera pas de déterminer de nouvelles recherches sur ces importantes questions.

G. Bouligand.

Fascicules de la Collection : Actualités scientifiques et industrielles. In-8°. Hermann et Cie, éditeurs. Paris, 1933.

Nous avons analysé déjà quelques-uns de ces fascicules si commodes pour la documentation sur des sujets d'actualité de plus en plus variés. Signalons aujourd'hui :

1° L'exposé de M. Elie Cartan, intitulé : Les Espaces métriques fondés sur la notion d'aire, lequel inaugure une série de monographies qui seront consacrées à diverses questions de géométrie, en montrant la possibilité de construire une géométrie pour un espace à trois dimensions, par exemple, sachant que l'aire d'un élément de la surface $z = (x, y)$ y possède une expression donnée d'avance, soit $F(x, y, z, p, q)\,dx\,dy$, où p, q ont leur signification habituelle ; ces considérations extensibles aux espaces à n dimensions, se groupent finalement autour du problème de l'équivalence des intégrales multiples. Un fasc. de 46 pages. Prix : 12 francs.

2° L'exposé de M. Henri Mineur, intitulé : L'Univers en expansion, qui enrichit la collection de Physique Théorique dirigée par M. Louis de Broglie, en synthétisant les efforts accomplis depuis l'avènement de la Relativité générale pour préciser la structure de l'Univers, considéré dans son ensemble, efforts parmi lesquels ceux d'Einstein, de de Sitter et de Lemaître ont une place prédominante. Un fasc. de 41 pages. Prix : 12 francs.

3° L'exposé de M. L. Goldstein, intitulé : Les théorèmes de conservation dans la théorie des choses électroniques, et qui rattache ces théorèmes à la méthode de Born Dirac, en précisant divers points de contact entre la Mécanique classique et la Mécanique quantique. Un fasc. de 26 pages de la collection L. de Broglie. Prix : 9 francs.

4° L'exposé de M. Emile Meyerson : Réel et déterminisme dans la Physique quantique, lequel inaugure la collection de Philosophie des Sciences dirigée par M. Louis de Broglie, en développant les réflexions suggérées à son auteur par les bouleversements récents des conceptions classiques de la philosophie naturelle. Un fasc. de 40 pages, préfacé par L. de Broglie. Prix : 10 francs.

5° L'exposé de M. A. Sainte-Lagüe : Probabilités et morphologie, lequel est le second de la collection Magnan, relative à la Mécanique du mouvement, et tire son origine d'une série de conférences faites par l'auteur, au Collège de France, sur les applications des mathématiques à la morphologie animale et végétale. Un fasc. de 30 pages, préfacé par A. Magnan. Prix : 6 francs.

6° L'étude de M. J. Trillat : Organisation et principes de l'enseignement en U. R. S. S., laquelle s'attache d'une manière spéciale aux relations entre la science et l'industrie. Un fasc. de 69 pages, 3 planches. Prix 12 francs.

G. Bouligand,

Structures et propriétés optiques des carbonates, par H. Brasseur, Assistant à l'Université de Liége, *Actualités scientifiques et industrielles*, fascicule LI, publiés sous la direction de Victor Henri. In-8° de 27 pages avec 4 figures. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 7 francs.

M. Brasseur qui s'est spécialisé dans l'étude de la structure des cristaux et des groupes cristallins expose les relations qui existent entre diverses propriétés physiques et les structures de ces composés, en se limitant principalement à la comparaison de la biréfringence avec les propriétés structurelles des carbonates. Il signale également que la biréfringence et le pouvoir rotatoire, l'absorption infrarouge et l'effet Raman, les propriétés magnétiques et diélectriques, ont reçu une interprétation satisfaisante bien qu'uniquement qualitative. Après quelques considérations générales concernant la structure et les propriétés optiques des carbonates neutres bivalents, viennent : l'interprétation théorique des propriétés de ces composés, la vérification de la théorie précédente dans le cas de certains carbonates à structure connue, les prévisions relatives aux positions des groupes CO^3 dans les carbonates à structure inconnue et l'étude des groupes semblables au CO^3. A. Bc.

La recherche scientifique, par Jean Perrin. *Actualités scientifiques et industrielles.* In-8° de 24 pages. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 6 francs.

Avec une grande élévation de pensée et sous une forme d'une réelle beauté, M. Jean Perrin dresse un tableau sommaire des conquêtes de la science, analyse les raisons que nous avons de croire en elle et donne quelques précisions sur l'organisation de la recherche scientifique en France. « Pour autant que l'on peut prévoir l'avenir, écrit-il en terminant, nous sommes assurés que la recherche va précipiter ses découvertes, accélérant, selon un cours de plus en plus rapide, la réalisation de cette cité libre et heureuse que nous devinons, que nous attendons. » A. Bc.

Le Mécanisme de la Nature, par ANDRADE, Professeur de physique à l'Université de Londres, traduit de l'anglais, par G. Malgorn. In-8° de 162 pages. Dunod, éditeur, Paris, 1932.

L'ouvrage de M. Andrade est un remarquable exposé des bases de la science physique et de ses progrès les plus récents. Destiné au public curieux et non spécialisé, l'auteur pense qu'il pourra être lu en une heure ou deux. Peut-être faudra-t-il quelques heures supplémentaires à ceux qui désireront véritablement l'approfondir, mais il constitue certainement l'un des exposés tout à la fois les plus simples, les plus compréhensifs et les mieux construits qui aient été publiés au cours de ces dernières années. Nous l'avons lu, pour notre part, avec beaucoup d'intérêt et non sans profit. Et s'il s'adresse au grand public, il n'est point douteux que les étudiants de nos écoles et les professeurs d'enseignement secondaire y puiseront sinon des connaissances nouvelles, tout au moins des réflexions curieuses et des modes d'exposition originaux. Faire comprendre le but de la physique, la signification de la chaleur et de l'énergie, condenser les propriétés essentielles du son et des vibrations, de la lumière et des radiations, de l'électricité et du magnétisme, exposer la théorie des quanta et la constitution de l'atome, le tout en 162 pages, c'était, à coup sûr, une tâche extrêmement délicate que seul pouvait entreprendre avec succès un savant au courant de tous les progrès de la physique actuelle doublé d'un remarquable professeur. M. Andrade, qui est à la fois l'un et l'autre, a entièrement réussi, et la librairie Dunod a été bien inspirée en mettant l'ouvrage à la portée des lecteurs français. Contrairement à ce qui arrive souvent, la traduction est en tous points parfaite. A. Bc.

La Relativité. Série d'exposés et de discussions dirigée par M. PAUL LANGEVIN, Professeur au Collège de France, en 6 fascicules in-8°, par MM. E. BAUER, F. PERRIN, L. DE BROGLIE, G. DARMOIS, E. CARTAN, P. LANGEVIN. Hermann, éditeur, Paris. — Prix : 7, 6, 6, 7, 6, 6= 38 francs.

Cet ensemble de fascicules, dont chacun présente, d'une manière accessible et séduisante, un des grands problèmes posés par les conceptions relativistes, est appelé à leur donner une sérieuse impulsion. Voici le plan général :

Fasc. I. — M. E. Bauer expose la critique des notions d'éther, d'espace et de temps. Il développe la cinématique de la relativité.

Fasc. II. — M. Francis Perrin étudie la dynamique de la relativité restreinte : il établit les relations entre la masse et l'énergie, qui font conclure à l'inertie de l'énergie.

Fasc. III. — M. Louis de Broglie souligne les conséquences de la relativité dans le développement de sa théorie de la Mécanique ondulatoire.

Fasc. IV. — M. G. Darmois expose la théorie einsteinienne de la gravitation, et en examine les vérifications expérimentales.

Fasc. V. — M. Elie Cartan donne une mise au point extrêmement importante sur la tentative récente de M. Einstein pour incorporer l'électro-magnétisme à ses théories, au moyen de ce qu'il appelle : la théorie unitaire du champ.

Fasc. VI. — M. Paul Langevin présente les conclusions générales : la relativité, au lieu d'être apparue brusquement, a fini par s'imposer à la suite du conflit entre la conception des actions instantanées à distance et celle des actions propagées de proche en proche. Elle a facilité la compréhension de l'ensemble des faits expérimentaux connus et permis de prévoir des phénomènes nouveaux. Signalons aussi cette remarque du grand promoteur des idées relativistes en France : « il doit être possible d'énoncer les lois de la Physique indépendamment des systèmes de référence. » Notons encore, à la suite, les développements où il rapproche l'évolution de la Physique et celle de la Géométrie. Nous pensons que tout cela est de nature à stimuler de nouveaux travaux dans ce champ particulièrement attachant de la spéculation physico-mathématique.

Parallèlement à ces exposés sur la relativité, la librairie Hermann réalise tout un ensemble de publications d'actualité dans divers domaines scientifiques. Signalons tout spécialement les exposés de Physique théorique publiés sous la direction de M. Louis de Broglie, et parmi ceux-ci l'importante étude de M. Jean-Louis Destouches sur *l'état actuel de la théorie du neutron* (un fasc. de 68 p., prix : 18 fr.) et l'exposé conforme aux idées de M. Fermi, donné par M. André Georges sur l'important sujet : *mécanique quantique et causalité* (un fasc. de 18 p., prix 6 fr.). G. BOULIGAND.

Tables Logarithmiques des factorielles jusqu'à 10 000 ! par le Professeur J. BOCCARDI. In-8° de 36 pages. Editées par L. Mager, Collège de Carpentras. — Prix : 6 fr. 50.

Nous avons annoncé en son temps la publication des tables de factorielles du professeur Boccardi. Quelques erreurs de transcription se sont glissées dans les derniers chiffres de quelques nombres.

Nous indiquons ci-dessous les valeurs corrigées :

n	*log n!*	*n*	*log n!*	*n*	*log n!*
3150	..1423	4600	..6980	6250	..2386
3300	..1874	4750	..0359	6600	..4003
3550	..8945	4850	..2558	6800	..1731
3600	..1482	5150	..3365	7250	..7705
4100	..4372	5550	..7145	7800	..0158
4250	..5398	5600	..9869	8150	..8985
				9200	..8509
				9350	..4730

J. B.

Les feuillets du pédiâtre, (2e série), par le Dr G. BLECHMANN. In-8° de 232 pages. Gaston Doin, éditeur, Paris 1933. — Prix : 16 francs.

Excellent petit livre, qui connaîtra, comme son aîné, un légitime succès. Destiné surtout au jeune praticien, il renferme, en une série de tableaux brossés de main de maître, sous une forme élégante, imagée, toujours précise, tous les « cas » de pratique courante devant lesquels peut se trouver le médecin. Riches d'une observation directe et pleine de vie, ces exposés, partant de faits concrets dégagent en lignes sobres les éléments essentiels du problème à résoudre et donnent les moyens pratiques de lever les difficultés.

Les circonstances les plus diverses sont ainsi envisagées, et l'on sait assez combien, en pratique, dans la médecine infantile, elles peuvent être parfois déroutantes et imprévues ; présentées dans une succession libre, sans plan préétabli, semblable à l'image de la pratique journalière où se suivent les cas les plus variés, ces esquisses, alertes et de lecture agréable, enseignent en distrayant : les termes expressifs, les formules nettes et bien détachées s'impriment aisément dans la mémoire. Plus qu'à la lecture d'un volumineux traité, le praticien, celui surtout qui commence dans la difficile carrière, y puisera et en retiendra une foule de notions immédiatement applicables. Il appréciera vite, à l'usage, les avantages d'un bréviaire aussi bien présenté. Dr DIDIÉE.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 22 — 71e ANNÉE — 25 NOVEMBRE 1933

LES RITES DE L'EAU AUX TEMPS NÉOLITHIQUES DANS LE NORD-OUEST AFRICAIN

par L. JOLEAUD

Professeur à la Sorbonne

La magie en Berbérie et au Sahara a compté, et comporte toujours parmi ses rites prédominants; les invocations à la pluie. Au cours des cérémonies qui ont lieu à ces occasions, les animaux domestiques des troupeaux, Moutons et Bœufs surtout, n'ont cessé de jouer un rôle prépondérant comme l'a montré E. Laoust [promenade de la Vache casquée et caparaçonnée des Aït Ourra (Moyen-Atlas) ; promenade de la Vache noire des Aït Immour, des Aït Bou Zemmour, des Zemmour (Maroc central) ; promenade de l'Agneau avec invocation au Bélier des Ithamed, des Id ou Braim et des Imijjad (Anti-Atlas)].

Accessoirement interviennent, en ces circonstances, des cortèges portant des cuillers et des pelles, ou encore des jeux de balle, soit avec des bâtons, soit à la main, soit au pied. Bêtes et humains, acteurs de ces fêtes, doivent en bien des cas uriner, afin que les prémices soient favorables au but recherché. Ovins et Bovins sont pour ces solennités ornés d'objets divers, casques, plumes, feuillages, colliers, talismans au cou, caparaçons, sous-ventrières, ceintures, bracelets, etc. Les organes génitaux des animaux et des gens sont particulièrement en honneur dans ces mascarades rituelles, qui se terminent souvent par des sacrifices.

A côté de ces rites de la pluie se sont, depuis fort longtemps, organisées en Berbérie des promenades carnavalesques et des feux de joie de caractère saisonnier.

Tous ces faits ethniques, plus ou moins aisément observables encore en bien des lieux du Nord-Ouest africain, principalement dans l'Atlas du Maroc central ou méridional et au Sahara, ont des origines préhistoriques. Il nous est parfois possible de suivre leur évolution, à travers les temps de l'antiquité classique, grâce aux textes des auteurs grecs et latins.

Ce sont les gravures rupestres du Sud oranais et accessoirement du Sahara qui apportent surtout des témoignages de l'origine néolithique des rites magiques berbères actuels. Alors comme maintenant, Béliers et Taureaux avaient une place importante dans les scènes d'invocation à la pluie de carnaval saisonnier et de feux de joie.

Fréquemment nous voyons sur les tableaux des rochers présahariens ou sahariens, des Ovins casqués ou des Bovins caparaçonnés urinants [Zénaga (Maroc sud-oriental) ; Taghtania (vai-

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

lée de la Zousfana), Moghar Taghtani (Ksours sud-oranais), Bou Alem et Enfouss (djebel Amour), Adrar Ahnet (Sahara) (fig. 1), djebel Ouenat (Libye égyptienne)]. Parfois ces bêtes

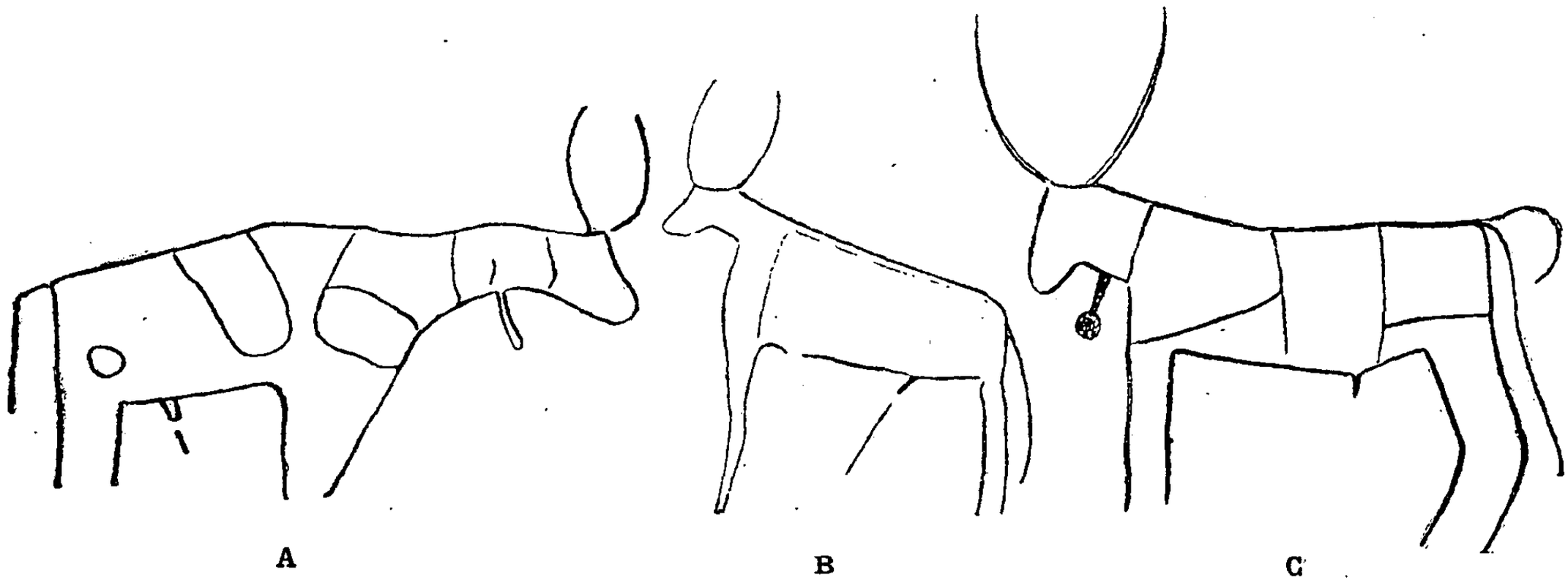
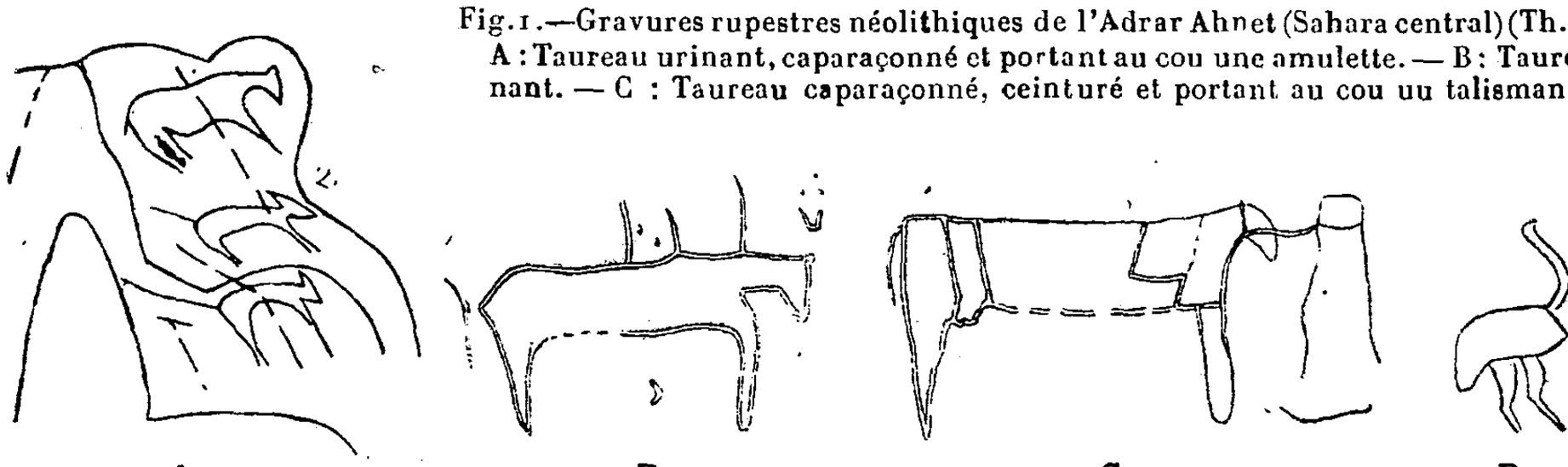
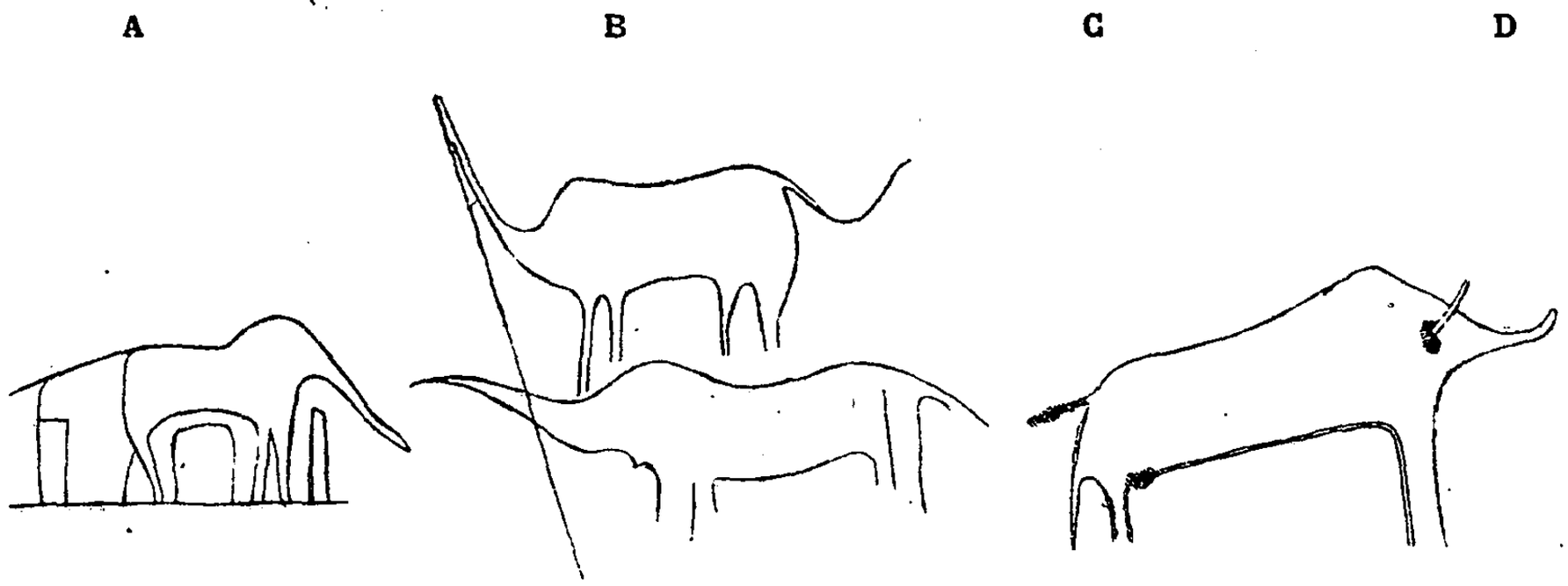


Fig. 1.—Gravures rupestres néolithiques de l'Adrar Ahnet (Sahara central) (Th. Monod). A : Taureau urinant, caparaçonné et portant au cou une amulette. — B : Taureau urinant. — C : Taureau caparaçonné, ceinturé et portant au cou uu talisman.





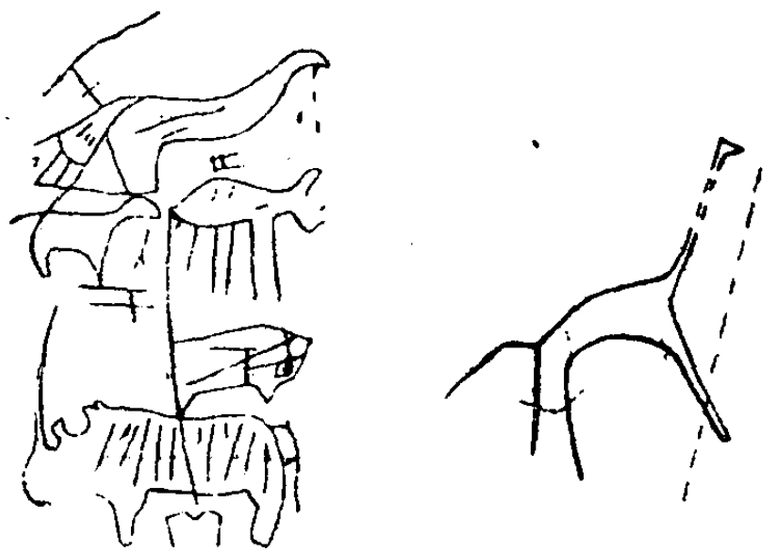


Fig. 2. — Gravures rupestres néolithiques des Djebels Ida ou Taltas et Bani entre l'Oued Noun et le Draa (Sud Marocain) (H. Duveyrier d'après les estampages du rabbin Mardochée).
A. — Moutons recevant peut-être de la pluie représentée par un trait discontinu.
B. — Bœuf recevant peut-être de la pluie figurée au-dessus de son dos par des traits et des points ; en avant de lui en lettres tifinar un mot pouvant signifier imprégné d'eau.
C. — Bœuf attaché par un licol, le dos et le ventre couverts d'étoffes ou de peaux retenues par des courroies, comme ceux des bêtes destinées aux sacrifices dans les rites berbères actuels.
D. — Autruche.
E, F, G. — Eléphants d'Afrique.
H. — En haut et à gauche, Moutons recevant peut-être de la pluie. En bas, Rhinocéros blanc.
I. — Girafe.

reçoivent la pluie sur les dessins des hadjerats mektoubats [djebel Bani (Maroc sud-occidental), Enfouss (djebel Amour)] (fig. 2).

Au cap Spartel (Maroc du Nord), les organes sexuels de Béliers et de Boucs en terre cuite servaient d'idoles au Néolithique (fig. 3 et 4).

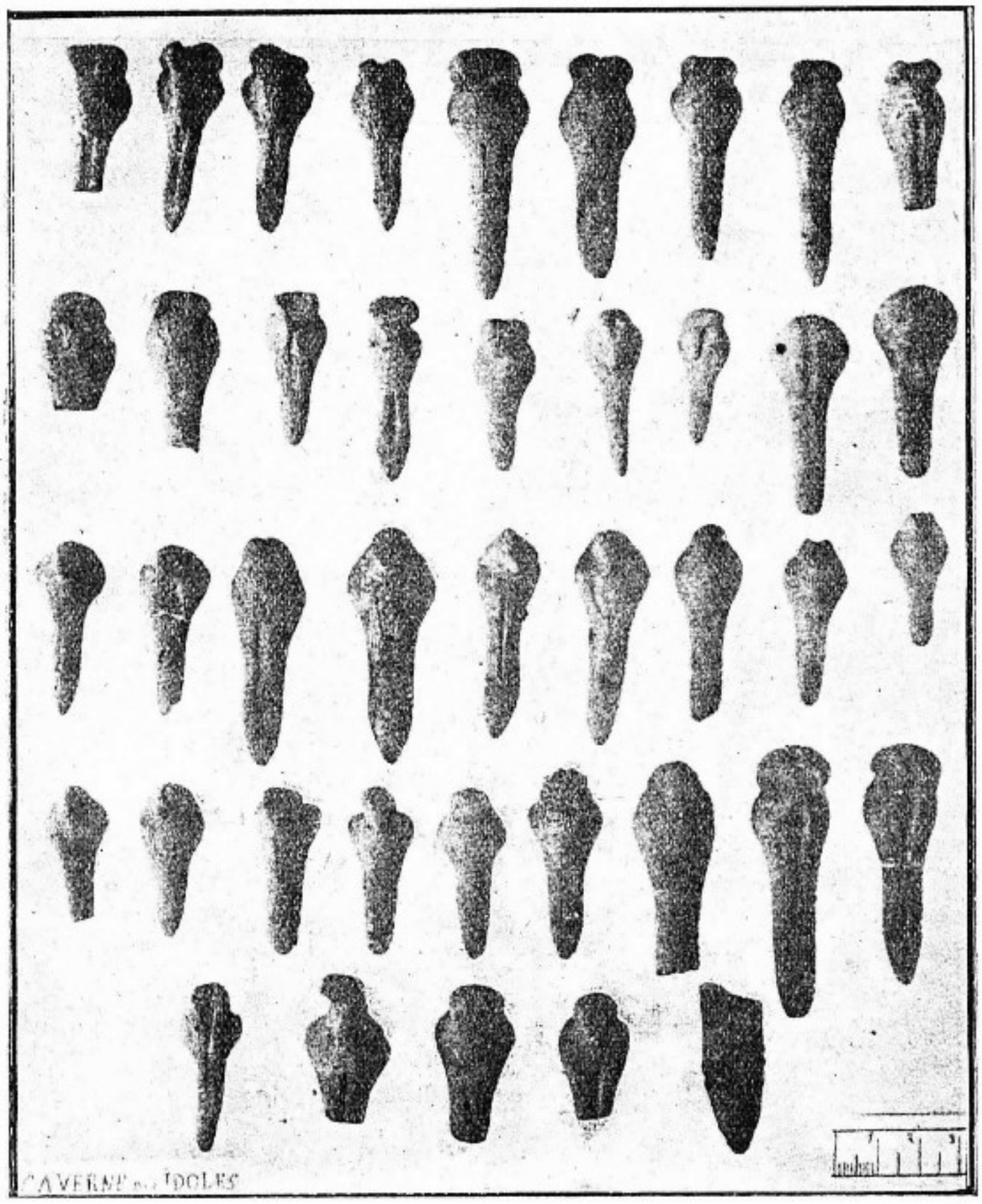


Fig. 3. — Ex-voto néolithiques en terre cuite trouvés par G. Buchet dans la grotte d'Achakar (caverne-sanctuaire sacrée d'Hercule selon Pomponius Méla et Strabon) au cap Spartel, à l'Ouest de Tanger (Maroc septentrional) (E. Michaux-Bellaire). Organes sexuels de Beliers et de Boucs, vus par la face inférieure.

L'histoire ancienne nous fait connaître les cultes 1° du Bélier Ammon (textes de Macrobe, Servius, Saint-Athanase, Léon de Palla, Procope, Diodore de Sicile, Alexandre Polyhistor, Denys le Périégète, Etienne de Byzance), 2° de la Gorgone ou du Catoblépas (Bélier intervenant au combat entre les armées de Marius et de Jugurtha, selon les récits d'Elien, d'Alexandre de Myndos, de Pomponius Méla et de Pline), 3° de Gurzil (Taureau menant à la bataille les Hasgues de Tripolitaine contre les troupes byzantines de Jean Troglodyta dans l'épopée de Corippus).

Ce sont là des témoignages ultimes de vieilles traditions berbères, dont nous avons une représentation rupestre relevée par H. Barth à Tel Issagen (Fezzan).

D'autre part des simulacres en pierre de ces dieux ont été trouvés au Sahara, à l'oasis de Tamentit (Saoura) (fig. 5), à Tazerout et à Silet (Hoggar) dans les travaux de nettoyage d'une foggara (galerie de recherche d'eau souterraine). L'âge néolithique de ces statuettes apporte la preuve de l'archaïcité de rites de l'eau

ayant persisté aux temps historiques. Une idole à tête de Bélier d'époque romaine a d'ailleurs été découverte à Saint-Leu (Oranie septentrionale), et une autre stèle mixte de Bélier et de Vache a été trouvée à Kénissia (Sousse, Tunisie orientale).

Ainsi les simulacres berbères en pierre ont

Béliers à Oued Sidi Brahim (djebel Amour), ainsi que par les gravures dessinant des bucrânes sur des rochers au voisinage du chott Tigri (Maroc sud-oriental), et peut-être aussi à El Korema, Chellala, Bou-Semgoun (Ksours oranais) (fig. 6).

Du Bélier, ancien totem, témoignerait tou-

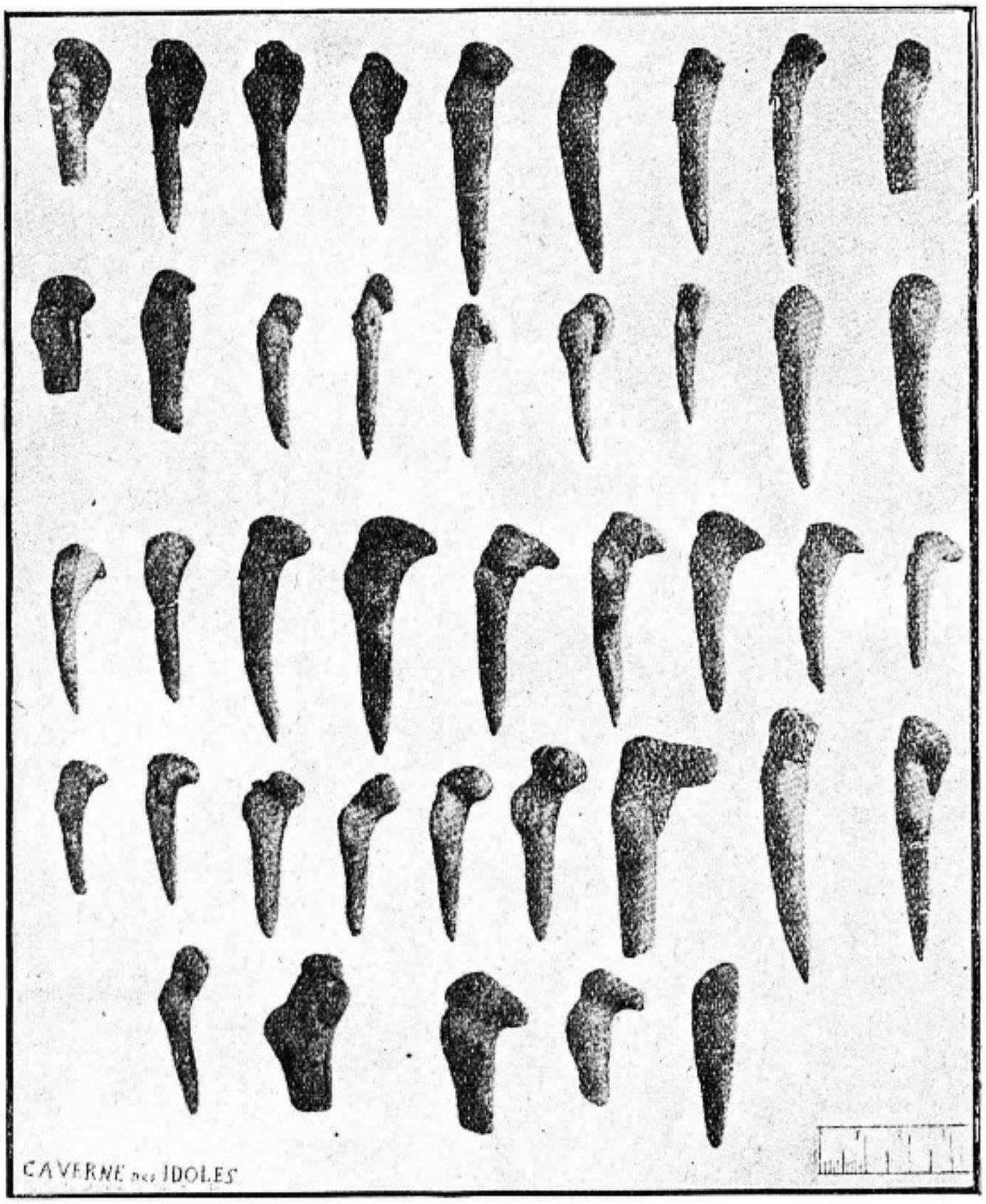


Fig. 4. — Ex-voto néolithiques en terre cuite trouvés par G. Buchet dans la grotte d'Achakar (caverne-sanctuaire sacrée d'Hercule selon Pomponius Méla et Strabon) au cap Spartel, à l'Ouest de Tanger (Maroc septentrional) (E. Michaux-Bellaire). Organes sexuels de Béliers et de Boucs vues de profil.

d'abord représenté l'animal entier avant de figurer le dieu à tête d'animal, pour finir par se concrétiser en une idole purement anthropomorphe au Sahara comme en Berbérie ou même au Soudan, suivant une évolution connue également de l'Égypte pharaonique.

Peut-être faut-il voir dans ces sculptures le souvenir de vieux totems, évoqués encore par les peintures rupestres affichant des têtes de

jours le nom actuel d'une tribu du Maroc méridional, habitant dans le Haut Atlas, au Nord de Taroudant, les Ida ou Izimmer, les gens ou les fils du Bélier : ce sont sans doute ces Chleuhs qui sont visés dans un texte d'El Bekri ayant trait à des Berbères adorant en secret un Bélier au XIe siècle de notre ère.

Dans le Sud-Est marocain, le Sud oranais et le Sud-Ouest algérois, le Bélier fut surtout le

support du rituel de l'eau au Néolithique ancien [Béliers casqués de Zénaga (3) (Maroc sud-oriental), — de Moghar Taghtani, Dermal, djebel

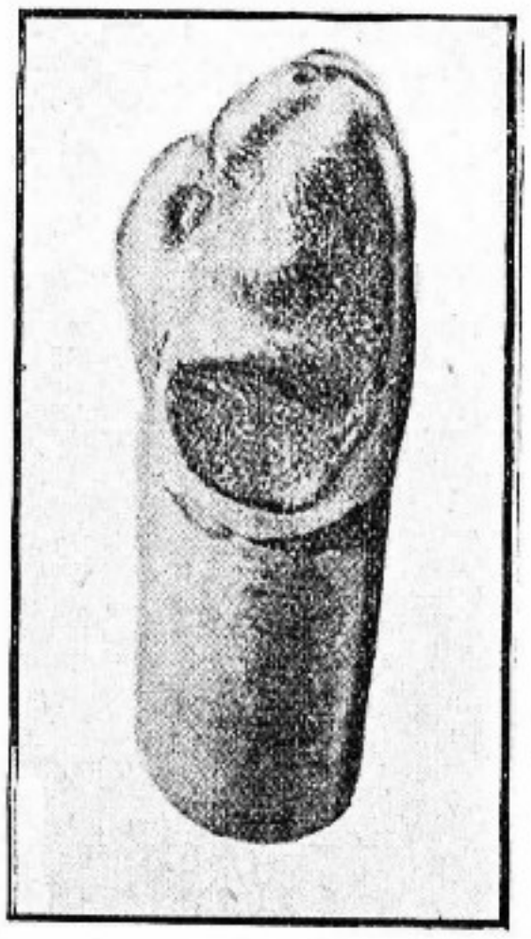


Fig. 5

Idole néolithique à tête de Bélier terminant une colonnette trouvée à Tamentit (Vallée de la Saoura, Sahara central du Nord-Ouest) (A.G.P. Martin).

Bes Seba (3), Kreloua Sidi Cheikh (2), Aïn Tazina (2), El Korema (2), Ksar Amar (2), (Ksours

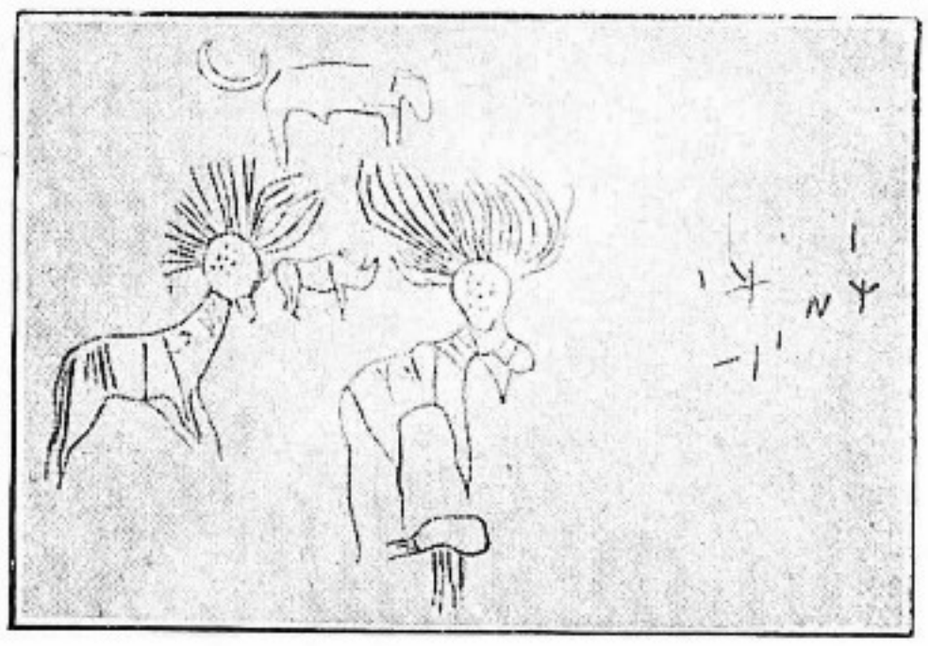


Fig. 6

Gravure rupestre néolithique d'El Korema (monts des Ksours du Sud-Oranais) (L. Frobenius et H. Obermaier). Deux Béliers casqués, emplumés et ceinturés ; entre eux un Rhinocéros ; au-dessus d'eux un Bœuf. Le couvre chef des Béliers est une poterie ou une calebasse percée, d'où émergent des feuillages. En arrière du Bœuf est dessiné un large croissant comparable à un bucrâne. En bas du tableau dépouille préparée pour faire une outre et d'où s'écoule du liquide ; à droite de l'ensemble lettres tifinar.

oranais), — Bou Alem (4), Enfouss (3), Gada el Kharrouba (djebel Amour), — Ksar Zaccar (Ouled Naïl), auxquels il faut comparer le Bouc cas-

qué de Kef Messiouer (Est constantinois)] (fig. 6, 7, 8, 9).

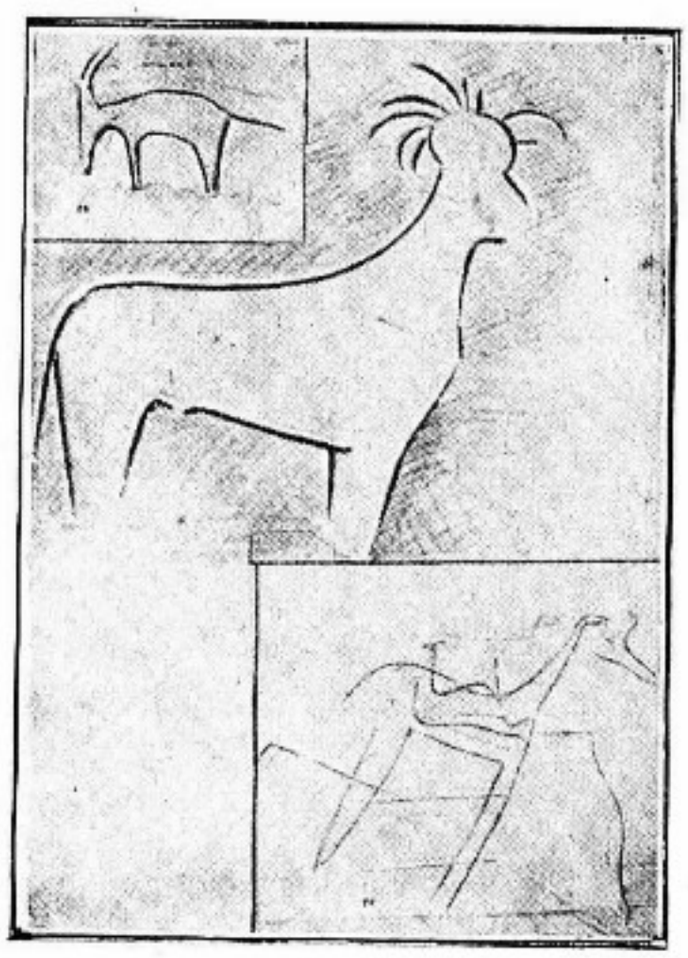


Fig. 7

Gravure rupestre néolithique de Zenaga (région de Figuig, Maroc Sud-Oriental) (L. Frobenius et H. Obermaier).
En haut de la fig. — Oryx.
Au centre. — Bélier casqué et emplumé, dit Bélier III.
En bas. — Girafe pecée de traits.

Dans le Sahara central et oriental, ainsi qu'en Tripolitaine, le Taureau remplace le Bélier en

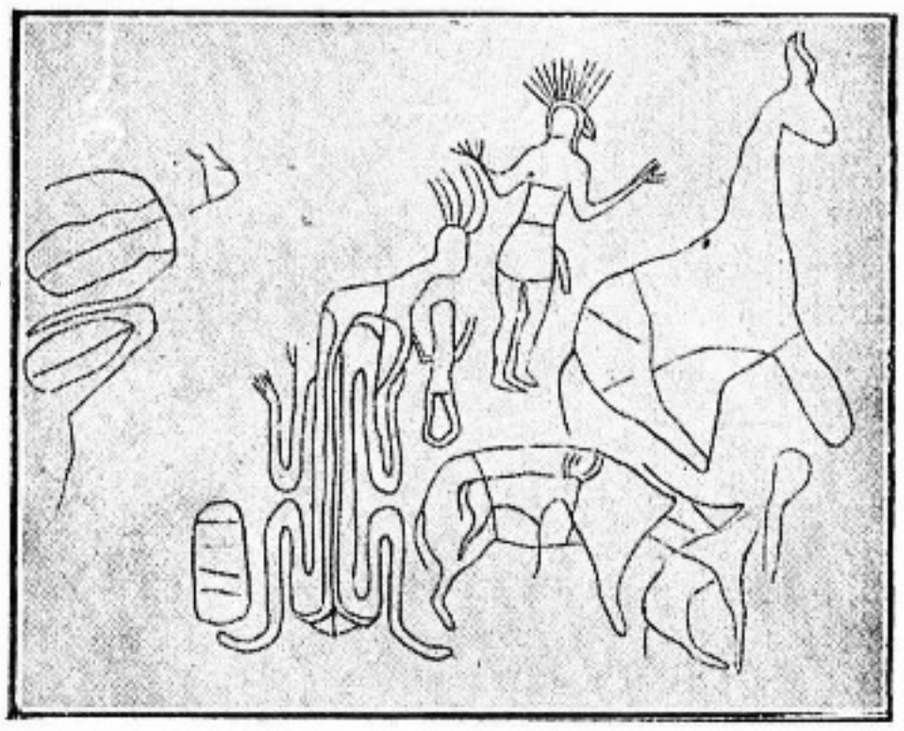


Fig. 8

Gravure rupestre néolithique de Moghar Taghtani (monts des Ksours du Sud-Oranais) (L. Frobenius et H. Obermaier). Bélier casqué et emplumé ; en dessous femme en adoration ; en avant enfant en adoration, homme masqué et emplumé en adoration ; à droite Taureau emplumé et Bubales (?)

des temps un peu plus jeunes d'ailleurs et contemporains de l'Énéolithique égyptien [Tau-

reaux caparaçonnés du djebel Bani (Maroc sud-occidental), d'Aïn Memnouna et de Djattou (Maroc sud-oriental), de Barrébi (vallée de la Zousfana), d'Aguillet Abderrhaman (Egleb, Sahara occidental), de l'Adrar Ahnet, du Tassilin Adrar, de l'Adrar des Iforas, du Hoggar et de l'Ahnet (Sahara central), du djebel Ouenat (Libye) (fig. 1, 2) ; — Taureaux casqués de Taghtania (vallée de la Zousfana) et du Fezzan ; — Buffle casqué de Trik el Beïda ; — Bubale casqué de Moghar Taghtania ; — Gazelle casquée d'Aïn Goudeja (Ksours oranais)].

Des personnages en adoration et en train d'uriner devant des Béliers ou des Taureaux sacrés sont gravés sur les rochers de Berbérie [Taghtania (vallée de la Zousfana), djebel Bes Seba (Ksours oranais), Enfouss (djebel Amour)]. D'autres humains jouent à la balle devant des

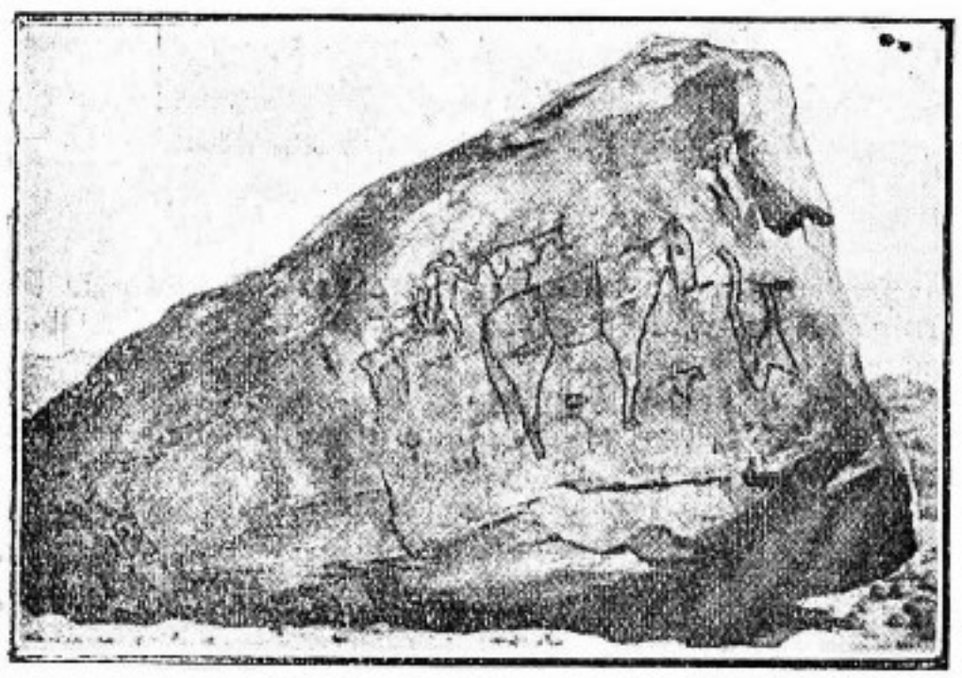


Fig. 9

Gravure rupestre néolithique de Dermel (monts des Ksours du Sud-Oranais) L. Frobenius et H. Obermaier). Bélier casqué et emplumé ; homme en adoration. Equidé bâté.

animaux destinés au sacrifice. [Chaba Naïma (Ouled Djellal, Sud constantinois)] (fig. 10). Des individus ont sur l'épaule une pelle [Oued Sidi Brahim (djebel Amour), Kefs Fenteria, Sidi Salah et Tassenga (Le Kroub à El Aria, Constantine), Khanguet el Hadjar (Oued Zenati, Est constantinois)].

Les hommes sont souvent coiffés de plumes et les femmes portent, dans certains cas, l'égide sur les hadjerats mektoubats [Tiout et Moghar Taghtani (Ksours)] (fig. 8) ; les uns font songer aux Nemenchas actuels par leur bonnet, les autres évoquent les Libyennes d'Hérodote par leurs costumes.

Parfois les gens représentés sur les gravures rupestres sont vêtus de peaux : les uns, à Moghar Taghtani (Ksours oranais), rappellent Boujloud de l'Aïd el Kebir marocain ; les autres, à Aoulilamane (Adrar des Iforas), Tel Issagen (Fezzan), djebel Ouenat (Libye égyptienne), nous remémorent Dhou el Kornin, l'homme aux deux cornes, patron des eaux artésiennes dans les oasis du Sahara. Deux hommes vêtus de peaux et attachés dos à dos sous une même draperie au djebel Bes Seba (Ksours oranais), ressemblent à Buho n Tachourt de l'Achoura de l'Est du djebel Bani.

Un personnage semblant couvert d'un cuir de Mouflon à manchettes sur une gravure d'Oued Cheria (Ksours oranais), peut être comparée à la fois 1° aux hommes ayant endossé des peaux de Chèvres pour les feux de joie de Taliza du Haut Atlas, 2° aux acéphales d'Hérodote.

Les pratiques magiques concernant l'eau dans le Nord-Ouest africain avaient ou ont encore en vue surtout la pluie en Berbérie, les inondations dans le bassin du haut Draa, les eaux artésiennes dans les oasis sahariennes. Il faut y ajouter l'eau des lacs, comme en témoignent toujours les légendes locales qui prétendent expliquer les toponymes des deux Fiancés, dolines du plateau des Aït Haddidou (Haut Atlas oriental).

Certainement des faits ethniques analogues se sont produits en bien d'autres contrées de l'Afrique. Alexandre Moret m'a signalé dans cet ordre d'idées la promenade royale du Taureau Api en rapport avec l'inondation du Nil Hapi au temps de la plus ancienne Egypte pharaonique. Léo Frobenius m'a indiqué qu'il avait fait des observations analogues sur les gravures rupestres de l'Afrique du Sud où figure notamment le Taureau de pluie « Regenbulle ». Des rites magiques de l'eau sont encore en pratique chez les Massaï et dans d'autres tribus de l'Afrique orientale, où certains semblent se lier aussi à des peintures rupestres plus ou moins anciennes.

C'est dans les contrées désertiques, telles que le Sahara et le Kalahari, que peuvent surtout être faites ces constatations, car là l'homme a toujours vécu dans l'angoisse du manque d'eau pour lui et pour ses troupeaux, d'où le rôle prépondérant joué par les Moutons et les Bœufs dans les rites magiques de l'eau au désert et même dans la steppe subdésertique du haut pays de l'Atlas.

Le développement de ces rites magiques a marché évidemment de pair avec les progrès du desséchement des zones aujourd'hui arides, mais récemment encore, au cours d'une phase relativement récente du Quaternaire, demeurées en état de nourrir des Bovins.

Le Bœuf à grandes cornes de l'ancien Empire d'Egypte (*Bos taurus africanus* Brehm (= *B. macroceros* Dürst), appelé *Nag* quand il s'agissait de l'animal sauvage et *Oua* lorsqu'il était question de la bête domestique, connu par des ossements néolithiques du Fayoum, figure sur les gravures rupestres de Haute Egypte, de Nubie, des confins Libyco-Soudanais (djebel Oue-

nat), de Tripolitaine (Fezzan), du Sahara central (Hoggar), du Sahara occidental (Agoulet Abderrahmane, vers les Eglab) et même du Sud orano-marocain (Taghtania Sud, etc.).

Des Bœufs sauvages vivaient encore en Berbérie à l'époque romaine, s'il faut en croire Elien, mais ils avaient disparu, semble-t-il, au

Fig. 10.

Gravure rupestre néolithique de la grotte Naïma, au Sud des Ouled Djellal (Sahara constantinois) (P. Blanchet). De gauche à droite, en haut, femme en adoration ; homme en adoration sous un Taureau ; personnages couverts d'une peau de bête et jouant à la balle (*koura* comme dans certains rites actuels de la pluie ; individus en adoration devant un Taureau ; en bas, Taureaux superposés ; Taureau caparaçonné et marqué au cou de 6 flèches diversement orientées (le mot en caractères tifinar de la housse peut vouloir dire victime à égorger) ; personnage portant un bouclier (?) et un bâton courbé ; troupeau de Bœufs.

Moyen-Age. Aux temps préhistoriques, dès le Chelléen, deux Bovins y sont représentés par leurs ossements dans les stations paléolithiques et néolithiques, l'un, *Bos taurus primigenius mauritanicus* Ph. Thomas (=*B. opisthonomus* Pomel), un peu plus petit et à peine différent de l'Urus de nos pays, l'autre, de moindre format, *B. t. brachyceros ibericus* Sanson, identique au gros bétail actuel de la contrée.

Les Béliers des gravures rupestres témoignent de la très ancienne dispersion géographique de la race aujourd'hui répandue du Sud du Maroc (Mogador) et du Fezzan, au Sénégal, au Niger, à la Guinée et au Togo (*Ovis aries longipes* Fitzinger=*O. sodanica* Sanson), race qui présentait aux temps néolithiques dans l'Atlas présaharien les mêmes variations physiques qu'aujourd'hui sur les bords du Niger.

Ce Mouton à longues jambes rappelle le Bélier de Mendès ou de l'Egypte memphitique (*O. a. longipes palæoægyptius* Cl. Gaillard), qui vivait d'ailleurs déjà dans la vallée du Nil à l'époque de l'Enéolithique protohistorique : nous le connaissons de cette contrée par ses ossements du kjökkenmödding de Toukh (Haute Egypte), ainsi que par son image sur la plaque de schiste du Musée de Gizeh et sur un vase d'Abydos, conservé au British Muséum.

Maintenant encore se voient, subsistant côte à

côte sur les rives du Niger, des Moutons à cornes très courtes, infléchies en avant et en bas, comparables à ceux des images préhistoriques du Sud oranais, et des Moutons à cornes très longues, enroulées en spire hélicoïdale à axe horizontal, tous présentant en commun nombre de caractères « caprins ».

Le Nord-Ouest africain a donc été un foyer de domestication de formes locales de Bovins et d'Ovins. En particulier les types égypto-sahariens du Bœuf à grandes cornes et du Mouton à longues jambes ont été le support de rites magiques : ceux-ci avaient pour but de conjurer les désastres de l'élevage dans l'Afrique septentrionale, à la suite de l'envahissement par un milieu désertique de larges surfaces du Nord du continent éthiopien, depuis une phase tardive du Quaternaire, jusqu'en des temps proches de l'époque actuelle.

NOTE SUR LA CLIMATOLOGIE DE LA RÉGION DE BANGUI

par René RICHARD
Ingénieur météorologiste

Les principaux facteurs météorologiques sur lesquels est basée l'étude de la climatologie d'une région sont d'ordinaire : la température, l'humidité de l'air, la tension de la vapeur d'eau, la pluie, la pression barométrique, les vents.

En ce qui concerne la région de Bangui, ces principaux éléments météorologiques donnent lieu aux remarques suivantes pour l'année 1932:

1°) Température.

Le minimum moyen est de : 19°28.
Le maximum moyen est de : 31°92,
ce qui donne une moyenne annuelle de : 25°26 (à Paris la moyenne annuelle de la température est de 10°5).

La température de l'air, prise à l'ombre, sous l'abri météorologique colonial, oscille entre 13° qui représente le minimum absolu de l'année (le 6 février 1932), et 38° qui représente le maximum absolu de l'année (le 28 avril 1932). Le mois le plus chaud est le mois d'avril. On note au cours de ce mois 13 journées pour lesquelles le maximum atteint ou dépasse 35°o. Les derniers jours du mois d'avril (du 21 au 28 inclus), sont très pénibles à supporter. Neuf jours seulement au cours de ce mois le minimum de température est inférieur à 20° et ne descend pas au-dessous de 18 degrés. Le mois où la température est la plus basse est le mois d'août. C'est le seul mois de l'année pour lequel le maximum moyen est inférieur à 30°o. Il est de 29°88.

2°) Humidité.

Elle est très élevée : le maximum moyen est de 96,41. Pendant les mois d'octobre et novembre, la saturation complète (100), est atteinte toutes les nuits ; elle l'est 27 fois sur 30 jours août et septembre, 26 fois sur 31 jours en décembre, et cela pendant une durée de plusieurs heures, à partir d'environ 18 à 20 heures le soir pour plafonner ainsi jusque vers 5 ou 6 heures du lendemain. C'est dire l'importance de l'humidité de l'air pendant cette période de l'année.

Exceptionnellement, et pendant une assez courte période qui va depuis le 25 janvier environ jusqu'au 10 février, on remarque une période extrêmement sèche, mais pendant la journée seulement, pendant cette courte période, l'état hygrométrique de l'air descend jusqu'à 5 degrés hygrométriques vers 13 ou 14 heures de l'après-midi pour remonter ensuite jusque vers 75 et même 80 en nuit. L'allure de la courbe est celle d'un V à la pointe très nette. Pendant cette période, la chaleur est supportée sans une gêne excessive. C'est alors que les meubles craquent, certaines parties se déforment, se courbent, se gauchissent. Les documents dans les armoires, sur les bureaux tendent à se tordre, à s'enrouler. Les feuilles de timbres d'affranchissement, par exemple, se replient, s'enroulent, au point qu'il devient indispensable de disposer sur elles des objets lourds, poids ou pierres pour éviter cet enroulement.

3°) Tension de la vapeur d'eau.

Elle atteint des valeurs très élevées. Calculée régulièrement chaque jour aux heures normales d'observations, soit 7 heures, 12 heures et 17 heures elle donne pour valeurs moyennes annuelles, respectivement, 17,72, 16,99, 17,24, soit une moyenne générale annuelle de 17 mm. 31. Ces valeurs sont souvent surpassées, et le tableau ci-dessous donne les valeurs maximum de la tension de la vapeur d'eau pour chaque mois de l'année.

22 mm. 36 le 5 janvier à 16 heures locales,
19 mm. 92 le 15 février à 7 heures locales,
20 mm. 95 le 13 mars à 9 heures locales,
21 mm. 39 le 20 avril à 8 heures locales,
22 mm. 39 le 20 avril à 8 heures locales,
22 mm. 84 le 27 mai à 17 heures locales,
21 mm. 88 le 17 juin à 17 heures locales,
21 mm. 20 le 1er juillet à 17 heures locales,
20 mm. 53 les 5 et 23 août à 16 heures et 20 h. 30 locales,
22 mm. 84 le 30 septembre à 17 heures locales,
23 mm. 55 le 8 octobre à 12 heures locales,
22 mm. 56 le 30 novembre à 18 heures locales,
21 mm. 23 le 16 décembre à 17 heures locales,

soit une moyenne annuelle des valeurs maximums de la tension de la vapeur d'eau de 21 mm. 77.

Ces chiffres, éloquents par eux-mêmes, auront leur pleine signification si on considère que la moyenne de la tension de la vapeur d'eau à Paris accuse une valeur de 7 mm. 0.

Dans son très important ouvrage sur la Météorologie de l'Afrique Occidentale Française intitulé : *Nouvelles études sur la Météorologie de l'Afrique Occidentale Française*, M. Henry Hubert, inspecteur général des Services Météorologiques Coloniaux, s'exprime ainsi : « Il est très curieux de constater que pour les organismes européens, les variations de température même excessives, sont infiniment mieux supportées que les variations même légères, de la tension de la vapeur d'eau.

« Si l'habitabilité des différents pays de l'Afrique Occidentale varie, suivant les saisons, d'une façon très appréciable, cette variation est en relation avec les différentes valeurs de la tension de la vapeur d'eau.

Et M. Henry Hubert fait encore cette remarque sur l'influence de la tension de la vapeur d'eau au point de vue biologique : « En réalité, beaucoup d'individus de race blanche sont dans des conditions de milieu défavorables dès que la tension de la vapeur d'eau atteint 16 à 18 millimètres. »

Considérant ce qui précède il est par conséquent nettement démontré que, pour ce qui est de la région de Bangui en particulier, les conditions les plus défavorables d'habitabilité du pays par l'homme de race blanche se trouvent réalisées. L'acclimatation, pour une durée déterminée, n'y est possible qu'à la condition de s'entourer de précautions spéciales du point de vue hygiène, nourriture, etc...

C'est au cours du mois de février que l'écart entre les indications des thermomètres sec et mouillé est le plus grand. Le 2 février à 13 heures t.m.g. le thermomètre sec indiquait 35°2 et le thermomètre mouillé 16°2 seulement, soit 19° d'écart. On trouve alors comme valeur approchée de la tension de la vapeur d'eau et de l'état hygrométrique de l'air hygrométrique de l'air, respectivement 2,11 et 5. Ce sont là des valeurs qui ne se rencontrent qu'exceptionnellement et seulement pendant la première décade de février. Pendant cette courte période, nombreux sont les écarts entre les thermomètres sec et mouillé atteignant 15, 16 et 17 degrés certains jours. Le tube à eau du psychomètre a été rempli 2 et même 3 fois pour maintenir l'imbibition constante de la mousseline.

4°) Pluies.

La quantité de pluie tombée à Bangui au cours de l'année 1932 a été de 1.708 mm. 6 pour 144 jours.

Le tableau annexé à cette note donne la répartition mensuelle des jours de pluie et la quantité d'eau recueillie.

Les averses de pluie accompagnent le plus souvent des manifestations orageuses. Leur durée est variable. Généralement l'averse proprement dite dure environ de 45 minutes à 1 heure. Pendant ce temps la pluie tombe fortement. Ensuite il peut arriver que la pluie se prolonge pendant un temps assez long, une ou plusieurs heures, mais il s'agit alors d'une petite pluie fine, quelquefois même intermittente, voire même quelques gouttes d'eau.

Les plus fortes quantités de pluies recueillies sont les suivantes :

50 mm. 0 le 26 février (grain orageux d'ENE),
60 mm. 0 le 16 mai (grain orageux d'ENE),
70 mm. 8 le 25 mai (grain orageux de NE),
63 mm. 0 le 4 septembre (grain orageux de N et de W),
62 mm. 7 le 14 novembre (grain orageux d'ESE).

La répartition des saisons au cours de l'année 1932, dans la région de Bangui, peut se concevoir comme l'indique le tableau ci-dessous.

Saison de sécheresse absolue : janvier au 16 février 1932.
Pluies moyennes : du 17 février 1932 au 31 mars 1932,
Petites pluies : avril,
Fortes pluies : mai,
Petites pluies : juin,
Moyennes pluies : juillet,
Saison des pluies : août, septembre, octobre, novembre.
Sécheresse absolue : décembre.

5°) Vents.

La répartition sur la rose, des vents au sol, au cours de l'année 1932, se présente comme il est indiqué ci-dessous pour les 3 heures d'observations normales :

VENT AU SOL

Nombre de fois que le vent a soufflé de :

(à 7 h. 00)

Mois	Directions N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calme
Janv...	8	0	0	1	2	2	3	13	2
Fév. ..	2	0	0	3	1	2	1	10	10
Mars ..	1	0	1	7	9	1	0	2	10
Avril ..	0	0	0	7	6	1	0	0	16
Mai ...	4	0	0	2	6	0	0	4	15
Juin ..	3	0	1	1	1	0	1	1	22
Juill...	4	0	0	2	0	4	1	5	15
Août ..	4	0	1	7	0	0	0	8	11
Sept. ..	2	2	0	2	3	0	2	1	18
Oct. ..	1	0	3	3	0	1	2	4	17
Nov. ..	0	0	1	6	1	0	1	7	14
Déc. ..	8	0	0	4	2	1	0	3	13
Total ..	37	2	7	45	31	12	11	58	163

VENT AU SOL

Nombre de fois que le vent a soufflé de :

(à 12 h. 00)

Mois	Directions N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calme
Janv...	10	0	0	1	2	7	6	5	0
Fév. ..	5	0	0	3	9	4	3	5	0
Mars ..	1	0	0	1	8	14	4	2	1
Avril ..	0	0	1	1	12	10	3	0	3
Mai ...	1	0	1	2	11	5	4	2	5
Juin ..	1	0	1	3	5	11	4	0	5
Juill...	1	0	1	0	5	2	18	3	1
Août ..	1	0	1	2	3	1	13	7	3
Sep. ..	0	1	1	9	5	5	4	4	1
Oct. ..	1	1	0	7	5	6	6	2	3
Nov. ..	1	0	0	6	8	9	4	2	0
Déc. ..	0	0	1	5	8	9	5	3	0
Total ..	22	2	7	40	81	83	74	35	22

VENT AU SOL

Nombre de fois que le vent a soufflé de :

(à 17 h. 00)

Mois	Directions N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Calme
Janv...	1	0	4	7	8	4	1	1	5
Fév. ..	0	0	1	6	14	3	2	1	2
Mars ..	1	0	0	3	8	7	2	5	5
Avril ..	1	1	2	2	10	2	1	2	9
Mai ...	0	0	2	3	6	2	3	0	15
Juin ..	1	1	2	2	7	2	2	2	11
Juill...	0	0	1	2	3	5	9	4	7
Août ..	2	0	2	6	4	1	5	3	8
Sept. ..	2	0	0	4	3	7	2	4	8
Oct. ..	0	0	3	5	5	4	1	1	12
Nov. ..	2	0	0	6	2	0	3	1	16
Déc. ..	0	0	0	13	6	2	1	0	9
Total ..	10	2	17	59	76	39	32	24	107

FRÉQUENCE DES VITESSES

(en kilomètre-heure)

à 7 h. 00 locales

Mois	< 5 km-h.	⩾ 5 < 15	⩾ 15 < 25	⩾ 25 < 50
Janvier ..	2	26	3	0
Février....	10	18	1	0
Mars	10	19	1	1
Avril	16	12	1	1
Mai	15	16	0	0
Juin	22	8	0	0
Juillet	15	16	0	0
Août	11	19	1	0
Septembre.	18	11	0	1
Octobre ..	17	13	1	0
Novembre.	14	14	2	0
Décembre.	13	18	0	0
Total ...	163	190	10	3

FRÉQUENCE DES VITESSES

(en kilomètre-heure)

à 12 h. 00 locales

Mois	< 5 km-h.	⩾ 5 < 15	⩾ 15 < 25	⩾ 25 > 50
Janvier ..	0	8	21	2
Février. ...	0	5	23	1
Mars	1	18	12	0
Avril	3	11	15	1
Mai	5	19	7	0
Juin	5	21	4	0
Juillet	1	17	12	1
Août	3	21	4	3
Septembre.	1	24	4	1
Octobre ..	3	22	6	0
Novembre.	0	28	2	0
Décembre.	0	16	15	0
Total ...	22	210	125	9

FRÉQUENCE DES VITESSES

(en kilomètre-heure)

à 17 h. 00 locales

Mois	Vitesses. ⩽ 5 km-h.	⩾ 5 < 15	⩾ 15 < 25	⩾ 25 < 50
Janvier ..	5	19	7	0
Février ..	2	18	9	0
Mars	5	25	0	1
Avril	9	16	3	2
Mai	15	15	1	0
Juin	11	13	5	1
Juillet ...	7	22	2	•
Août	8	23	0	0
Septembre.	8	20	2	0
Octobre ..	12	16	3	0
Novembre.	16	13	1	0
Décembre.	9	21	1	0
Total ...	107	221	34	4

(Remarque) = Voir plus loin pour la répartition du vent sur la rose au moment du passage des grains orageux.

6°) Pression barométrique.

De l'examen de la courbe barométrique il résulte que celle-ci est une sinusoïde à peu près régulière. Les courbes mensuelles sont superposables et, le plus souvent, le passage des phénomènes orageux (grains avec ou sans orages) n'est plus accusé sur le diagramme.

L'amplitude moyenne de la marée barométrique est de :

2 mm. 27 le matin,
3 mm. 27 le soir.

La valeur moyenne de l'écart entre le minimum absolu et le maximum absolu est de :

7 mm. 85 le matin,
9 mm. 20 le soir.

7°) Grains orageux.

Le tableau ci-dessous expose la répartition mensuelle des directions des grains orageux observés à Bangui.

RÉPARTITION MENSUELLE
DES DIRECTIONS DES GRAINS ORAGEUX

1932

J.	F.	M.	A.	M.	J.
E = 2	NE 1	N 5	NE 1	NE 3	E 1
	ENE 2	NNE 1	ENE 2	ENE 1	
		NE 2	E 6	E 2	
		ENE 2		ESE 1	
		E 1		SE 1	
		ESE 1			

Jt.	A.	S.	O.	N.	D.
S = 1	NE 2	N 2	N 3	N 1	néant
W = 1	ENE 1	NNE 1	NNE 1	NE 1	»
NW = 2	E 1	ENE 1	E 2	ENE 1	»
	S 1	S 1	ESE 1	E 4	»
	WSW 1	SW 1	SE 1	ESE 3	»
		WSW 2			
		W 2			

Les 73 grains orageux notés au cours de l'année 1932, se répartissent ainsi, du point de vue fréquence des directions :

N	11
NNE	3
NE	10
ENE	10
E	19
ESE	6
SE	2
SSE	0
S	3
SSW	0
SW	1
WSW	3
W	3
WNW	0
NW	2
NNW	0
	73

Si on considère isolément la direction Est, on remarque que 26 o/o des grains orageux viennent de cette direction.

Si on englobe les directions E et ENE, le pourcentage atteint 39,7 o/o.

Si on admet le secteur E comme englobant l'ENE-l'E, et l'ESE, le pourcentage atteint alors 47,9 o/o et si on considère le quadrant de la rose allant du Nord à l'Est par le NE. Le pourcentage des grains venant de ce secteur atteint 72,6 o/o.

Un phénomène exceptionnel : une trombe, accompagnant le grain orageux du 27 mai 1932, mérite une relation spéciale.

Les faits se sont passés de la manière suivante : le 27 mai 1932 à 11 h. 25 t.m.g. une trombe s'est abattue sur la localité de Bangui y causant de nombreux et importants dégâts.

La journée commence par un brouillard épais au sol (v=500 m.) quelques bancs d'alto cumulus, assez brumeux, sont observés : (3/10 de ciel couvert). Le vent au sol est absolument calme. Peu à peu le brouillard s'amincit, quelques lambeaux de stratus s'accrochent aux sommets des crêtes boisées. Les bancs d'alto cumulus sont en diminution nette et paraissent très élevés.

La feuille d'observation de la Station mentionne à 6 heures alto cumulus très élevés 1/10,

Stratus 1/10.
Vent au sol : calme.

à 8 heures alto cumulus très élevés 1/10.
Stratus 2/10.
Vent au sol : calme.

à 9 heures alto cumulus très élevés 1/10.
Stratus 1/10
Vent au SW. 2 m/s.

Peu après 9 heures le ciel est envahi par un voile assez épais de cirro stratus venant d'Est. Quelques cumulus d'Est (2/10) assez bas sont notés. Au sol, et près du sol, le vent est de SW faible. A 10 heures t.m.g. on note 4/10 de cirro stratus d'ESE, et 2/10 de cumulus plats, à base bien horizontale, venant du secteur Est. Toutefois, les cumulus prennent assez vite une forme tourmentée, bourgeonnent et augmentent en nombre. On aperçoit des grondements sourds de tonnerre dans le secteur ESE. Le vent au sol se maintient de SW. 2 m/s. Le voile de cirro stratus s'étale de plus en plus et à 11 heures il couvre déjà 5/10 du ciel. Il est toujours d'ESE. On note aussi 4/10 de cumulus bourgeonnants. Le vent au sol est toujours de SW. 2 m/s. L'horizon SE. s'assombrit, se plombe. Au sol, on remarque, de ci, de là, quelques petits tourbillons de poussières tournant très vite. Le vent au sol est presque nul. On note quelques coups de vent de temps en temps avec des intervalles de calme absolu.

Les nuages au SE sont extrêmement sombres, ardoise, semblent heurter les crêtes des petites collines boisées de la rive belge de l'Oubangui.

A 11 h. 25, soudainement, s'abattent sur la localité, l'abordant par le SE, des tourbillons de vent d'une très violente intensité. La zone d'attaque se trouve en bordure de la rivière Oubangui. La nature se tord sous la grande puissance du météore qui passe.

En quelques secondes, sur une bande d'une largeur d'environ 250 mètres et profonde d'environ 2 km. 500, comprenant en bordure, comme front d'attaque, tout le quartier commerçant, les banques, etc., les dégâts causés par la violence des tourbillons de vent s'accumulent, considérables.

Dans une factorerie, les tôles ondulées de la toiture sont arrachées. A un immeuble servant de banque et ayant un premier étagle, les tôles de la partie basse de la toiture sont arrachées et projetées par dessus la maison sans toucher la partie la plus élevée de la toiture. Dans une autre factorerie la véranda formant la façade de la maison de commerce est arrachée, soulevée et projetée en l'air. Dans un restaurant les tôles de la toiture (au moins 60) sont arrachées, soulevées, et comme tordues, pliées en hélice, les piliers en maçonnerie sont abattus, les poutres de la charpente sont déplacées. Les dégâts sont importants. Dans une propriété des troncs de bananiers sont tous inclinés d'environ 40 degrés vers le NW.

En profondeur : 1 km. 600, à la toiture de l'église neuve, 200 tuiles sont emportées par le vent. A l'hôpital européen, et à la case du docteur de l'hôpital indigène des tuiles sont enlevées. Au camp de la police la chute d'un gros arbre provoque l'écrasement de 2 cases indigènes.

Tout ce qui vient d'être décrit s'est passé en quelques secondes. Puis, du cumulo-nimbus à quoi la trombe semblait appartenir tombe une assez forte pluie à laquelle sont mêlés de gros grêlons causant un grand bruit en frappant les toitures des cases. Ces grêlons sont (de la grosseur de la boule du petit marteau qui d'ordinaire frappe le timbre de la sonnerie d téléphone).

Quelques nimbus plus clairs, gris cendrés, tourbillonnent au-dessous à basse altitude.

Et puis, brusquement tout s'apaise. C'est fini, le Cumule nimbus s'éloigne vers le NW et le ciel, au zénith, apparaît nuageux par alto cumulus, persistant jusqu'en nuit.

C'est le calme après la tempête. Et dans ce calme impressionnant de la nature, les Européens sinistrés tristement, qui, son toit disparu, qui sa case partiellement détruite, organisent déjà le plan de relèvement de leurs ruines, tant sont tenaces et développés chez le Colonial, chez le Français à la Colonie, en particulier, la volonté créatrice et l'ardeur au travail.

Ce qui frappe dans l'étude de ce phénomène c'est le mouvement ascendant des courants. Partout et par tous les sinistrés il a été dit que les tôles, ou tuiles, étaient arrachées et soulevées, puis projetées en tourbillonnant.

Un des témoins oculaires de ce phénomène affirme avoir observé un tube nébuleux, sorte de gaine, constituant la partie visible de la trombe. Ce tube nébuleux, d'après le témoin, était légèrement incliné.

Ce qui a été entendu d'une façon incontestable, c'est le bruit très net perçu avant l'arrivée de cette perturbation. On s'imaginait un galop de chevaux traînant de vieilles voitures, dont les ferrures disloquées, feraillaient étrangement sur une route défoncée.

Brouillards.

La répartition mensuelle du nombre de journées de brouillard est la suivante :

J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	A.	S.	O.	N.	D.
2	3	4	3	2	5	2	4	2	6	11	7

Les brouillards au sol s'étendant en altitude se forment généralement entre 5 et 6 heures t.m.g. Quelques-uns, très épais, abaissent la visibilité horizontale à 30 mètres. Ces formations matinales de brouillard opaque sont toujours dissipées dès 8 heures-8 h. 30.

A côté de ces brouillards épais qui couvrent une grande étendue, formant une immense nappe pouvant s'étaler jusqu'à 40 kilomètres (Damara) et quelquefois davantage, il existe des formations locales et nettement délimitées de brouillard au sol — sortes de traînées tout à fait locales de brouillard intense, soit sur le fleuve, soit sur quelques bas fonds ou marigots, ou sur tout cela à la fois — ailleurs la visibilité étant bonne. Ces brouillards locaux, qui rampent sur le sol, ont à peine la hauteur d'un arbre (épaisseur 30 mètres environ). Ils sont extrêmement denses, lorsqu'il arrive de les traverser en vitesse, s'ils coupent une route, la visibilité est nulle. Ces formations de brouillard se produisent très souvent le soir après le coucher de soleil, à partir de 19 h. 30-20 heures, persistent toute la nuit et disparaissent le matin vers 8 heures-8 h. 30. Ils se forment sur une ligne qui part de l'Oubangui (embouchure de la Kouanga) et se prolonge jusqu'après le terrain d'aviation qu'ils traversent quelquefois présentant ainsi un très réel danger, ou une gêne sérieuse en cas de départ matinal d'avion.

On remarque aussi très souvent des lambeaux de brouillard, accrochés aux sommets des collines, ou sur les flancs de celles-ci, pouvant masquer partiellement les crêtes qui bordent l'Oubangui et s'élèvent à peu de distance du terrain d'aviation, le bordant dans sa partie latérale droite. Là aussi existe un danger pour un décollage matinal. Comme pour les autres formations locales de brouillard,, les paquets opaques dont on vient de parler sont dissipés dès 8 heures-8 h. 30.

Rosée.

Elle est fréquemment constatée. Voici quelle est sa répartition par mois :

J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	A.	S.	O.	N.	D.
10	3	16	14	23	23	14	20	30	29	24	18

Insolation.

Le relevé des heures d'insolation quotidienne débutent le 1er février 1933.

En voici la répartition mensuelle :

J.	F.	M.	A.	M.	J.
	230.25	195.10	212.10	195.50	194.40
Jt	**A.**	**S.**	**O.**	**N.**	**D.**
136.05	162.10	165.45	193.05	199.15	253.45

Phénomènes lumineux.

Ils se composent ainsi :

	Halo solaire de 22°	Halo lunaire de 22°	Couronne lunaire	Arc-en-ciel
Janvier	4	1	»	»
Février	9	2	»	»
Mars	6	1	2	»
Avril	3	»	»	»
Mai	5	2	1	4*
Juin	6	»	2	4**
Juillet	5	1	»	»
Août	»	2	3	2
Septembre ..	6	2	1	1
Octobre	5	1	3	3
Novembre ..	4	1	1	1
Décembre ..	4	2	»	»

* doubles.
** dont 1 double.

Parhélie gauche le 30 mars.
Parhélie gauche le 8 juillet,
Parhélie droite et gauche le 31 octobre,
Eclipse de lune le 14 septembre (peu visible, ciel 9/10 couvert).

Divers.

Des vols de sauterelles ont été constatés :
1°) les 12, 13, 23, 24, 28, 29 et 31 janvier ;
2°) les 1er, 6, 9 et 11 février ;
3°) les 20 et 21 mars ;
4°) le 20 avril.
Partout où elles se sont posées les sauterelles ont causé d'importants dégâts aux plantations.

LES ENDÉMISMES ET L'OLOGÉNÈSE

A PROPOS D'UNE OBJECTION DE M. CAULLERY

par Daniel ROSA

Dans son beau volume *Le problème de l'évolution* [1], le Prof. Maurice Caullery consacre quelques pages à la théorie de l'ologénèse [6], au cours desquelles il dit, entre autres : « Il semble bien difficile de concilier cette conception avec les données concrètes de la biogéographie, en particulier avec l'endémisme, si caractéristique des faunes insulaires et qui est un processus essentiellement localisé » (p. 365-366).

En ce qui concerne la difficulté de valeur générale, je me contenterai de relever que c'est précisément la partie biogéographique de l'ologénèse qui a trouvé la plus large approbation. Mais j'examinerai l'objection concrète qui concerne l'endémisme, en insistant sur le cas particulièrement spécifié par Caullery.

C'est un fait connu que le terme d' « endémisme » a deux significations en biogéographie. Dans son sens large, il se rapporte à la simple constatation qu'une entité systématique donnée se trouve seulement dans une région déterminée, qui, d'habitude, est plus ou moins restreinte (cette entité peut être une forme infraspécifique ou une espèce systématique, un genre, etc.). Dans son sens restreint, le terme d' « endémisme » s'applique seulement aux cas dans lesquels les formes localisées paraissent s'être produites *in situ*, c'est-à-dire paraissent avoir atteint leurs caractères particuliers dans l'aire occupée par elles en dernier lieu. L'objection de Caullery se rapporte évidemment à l'endémisme entendu dans ce second sens.

Par définition, les « reliques », c'est-à-dire les formes localisées qui jouissaient autrefois d'une diffusion plus ample, sont exclues de cet « endémisme vrai ».

Mais Caullery estime que, pour l'ologénèse, toute forme localisée doit être une relique. Il écrit : « Rosa, d'ailleurs, va complètement à l'encontre des conceptions classiques de la distribution géographique des animaux et des plantes. Toute localisation est pour lui un phénomène résiduel ».

Nous sommes d'accord sur le premier point; j'ai moi-même écrit que le principe de la biogéographie ologénétique est « diamétralement opposé » à celui de la biogéographie orthodoxe. Et c'est justement ce nouveau principe qui nous permet de comprendre la distribution géographique des vivants sans recourir continuellement à ces migrations dont Caullery lui-même dit qu'elles sont « souvent difficiles à concevoir. »

Sur le second point... il est nécessaire de s'entendre.

Certes, pour l'ologénèse, c'est une règle générale que les espèces réduisirent leur aire à mesure qu'elles se multiplièrent et se différencièrent (*), et on peut en dire autant des genres, des familles, etc. (migrations éventuelles exceptées, que l'ologénèse ne nie certainement pas). Dans ce sens donc, on peut dire avec Caullery que, pour l'ologénèse, toute localisation est une relique. Mais il peut s'agir soit d'une relique dans le sens habituel, soit d'une relique *sui generis*.

Rappelons-nous le fait, bien établi en paléontologie, de l'évolution parallèle (ou mieux, collatérale) des divers éléments d'un groupe (par exemple des espèces d'un même genre), par laquelle évolution ces éléments atteignent, indépendamment l'un de l'autre, les caractères diagnostiques du groupe qu'ils constituent, d'où découle que le groupe lui-même se présente comme polyphylétique.

Ce fait est prévu par l'ologénèse, puisque cette dernière est nécessairement liée à la bathysymphylie (profondeur des connexions). C'est ainsi, par exemple, qu'une espèce actuelle doit avoir pris naissance à une époque très reculée et à des stades phylogénétiques primitifs au cours desquels elle était encore bien loin de présenter les caractères qui la distinguent aujourd'hui. Cette espèce a surgi, selon l'ologénèse, sur toute l'aire de son espèce mère, puis s'est restreinte à la partie de cette aire à laquelle les nouveaux caractères qu'elle acquérait la rendaient particulièrement adaptée (je laisse de côté les migrations hors de l'aire primitive).

Or, une telle localisation a pu se produire tardivement, quand l'espèce avait déjà atteint ou presque atteint ses caractères actuels et alors elle représente, sur l'aire où elle est localisée, une relique dans le sens habituel ; mais une telle localisation a pu, dans d'autres cas, se produire

(*) S. Leclercq a apporté de nombreuses preuves paléontologiques de cette réduction des aires en rapport avec l'ologénèse.

précocement, alors qu'elle ne possédait pas encore ses caractères actuels. Dans de pareils cas, l'espèce représente, dans l'aire sur laquelle elle a atteint ses caractères définitifs, une relique *sui generis* dont il a été fait mention plus haut : l'espèce n'a jamais vécu avec ses caractères actuels sur le reste de l'aire primitive ; ce sont ses stades phylogénétiquement juvéniles qui y ont vécu. Cette forme spéciale de relique rentre parfaitement dans la conception de l'endémisme entendu au sens restreint ; il s'agit en fait de ce « processus essentiellement localisé » dont parle Caullery.

Il faut se souvenir que, pour l'ologénèse, l'évolution, avec ses ramifications, s'est accomplie orthogénétiquement, « par causes internes », c'est-à-dire en tant que conséquence nécessaire de la vie, sans que la diversité des facteurs ambiants ait pu en faire changer substantiellement la direction (il est entendu que l'élimination des lignées phylétiques inadaptées au milieu dépend de cette diversité).

Il en résulte donc que l'ologénèse n'est pas privée d'une base explicative des endémismes. Au fond, la même explication est valable pour tous ; il n'y aura qu'à la compléter en tenant compte, là où nécessaire, des complications apportées par les migrations, et surtout par le passage de la vie marine à la vie terrestre. Il y aura aussi à prendre en considération les endémismes qui pourraient provenir d'une mutation ou de l'influence directe du milieu (nous nous en occuperons à la fin).

Appliquons maintenant cette explication aux endémismes insulaires, en disant tout d'abord deux mots sur l'origine des organismes insulaires telle qu'elle est envisagée par l'ologénèse (*).

On fait d'habitude, presqu'exclusivement, dériver de tels organismes d'autres terres, c'est-à-dire de terres avec lesquelles l'île aurait été en communication au temps de leur immigration, ou de terres avec lesquelles elle n'aurait pas formé, à ce moment du moins, de continuité ; auquel dernier cas, les organismes en question ne purent rejoindre l'île que par air ou par mer.

L'ologénèse ne nie pas (ce serait nier l'évidence) une pareille origine pour certains organismes insulaires, mais elle en souligne encore une autre, à savoir l'origine directe à partir de formes marines autochtones, ne provenant pas, à travers la mer, d'autres terres ; ce mode d'origine peut avoir été de peu d'importance pour les îles de formation récente, mais il prend une importance considérable pour les îles de formation ancienne, surtout si elles sont de grande étendue.

Parlons d'abord des organismes parvenus sur une île (par terre, par mer ou par air) à partir d'autres terres.

Il est certain que beaucoup des endémismes qu'ils représentent ne sont qu'apparents, c'est-à-dire que la forme qui paraît aujourd'hui propre à l'île a pu exister ailleurs, avec les mêmes caractères, sans que la chose nous paraisse évidente.

Dans d'autres cas, les formes qui ont pris origine sur d'autres terres peuvent avoir donné lieu dans l'île à des endémismes vrais ; mais nous avons déjà vu comme cela est aussi parfaitement compréhensible avec l'ologénèse. Pour cette dernière, il s'agit ici d'organismes immigrés dans l'île (ou dans l'aire qui donna lieu plus tard à l'île) à des stades phylogénétiques plus ou moins précoces, alors qu'ils n'avaient pas encore atteint leurs caractères définitifs, organismes qui ont persisté sur l'île, y achevant leur évolution orthogénétique, tandis que, sur les terres d'origine, cette évolution était tronquée par l'instauration d'une inadaptation mésologique, en particulier par l'apparition, dans ce milieu, de nouveaux concurrents ou d'ennemis.

Ainsi s'explique le fait que les espèces élémentaires d'une même espèce systématique puissent être, sur l'île, différentes des espèces élémentaires de la terre d'origine, de même que les espèces systématiques d'un même genre peuvent être différentes des autres espèces systématiques du genre, et ainsi de suite. Quelques-unes de ces formes pourront, éventuellement, se trouver seulement sur telle île ou telle autre, être donc endémiques sur cette île. Que cela suffise pour les organismes insulaires originaires d'autres terres !

Mais nous avons dit auparavant que l'ologénèse accorde aussi une grande importance, même en ce qui concerne les organismes insulaires, à l'origine directe à partir de formes qui étaient autochtones dans la mer.

Vraiment, une pareille origine devrait aussi être admise, du moins pour une partie des organismes insulaires, même par ceux qui n'acceptent pas l'ologénèse ; mais, d'habitude, on n'y songe pas.

Pour nous limiter aux animaux, je pense que nous sommes tous d'accord de considérer que les progéniteurs des animaux terrestres (y compris ceux d'eau douce) ont été à l'origine des formes marines. Et on ne voit pas pourquoi ces formes progénitrices, de même qu'elles ont envahi de grands continents, n'auraient pas aussi envahi l'Australie, la Nouvelle-Guinée, la

(*) Voir, pour les faunes insulaires, par rapport à l'ologénèse, la revue critique très documentée de DE STEFANI [3]; pour la biogéographie ologénétique, en général, les travaux, riches de contributions personnelles, de G. COLOSI [2]; pour l'application de l'ologénèse à la géographie humaine, le grand ouvrage de G. MONTANDON [5].

Nouvelle-Zélande, les grandes îles de l'Archipel Malais, Madagascar, les Antilles, etc., ou pourquoi, si elles ont envahi ces îles, elles n'y auraient pas laissé de descendance directe.

Mais pour la biogéographie classique, de tels progéniteurs marins étaient, sauf exceptions, des formes relativement indifférentes, neutres, que seulement des circonstances locales spéciales firent évoluer. Ainsi, par exemple, les batraciens seraient nés (en un seul point, leur centre de création) de formes peut-être apparentées aux dipneustes ; les reptiles seraient issus des batraciens, soit sur l'aire natale de ces derniers, soit sur celle que les batraciens auraient envahie, mais cela encore en un seul point ; les mammifère aplacentaires seraient issus des reptiles; toujours selon le même mode ; les mammifères placentaires seraient nés des apiacentaires, toujours en un seul centre, et ainsi de suite.

Cette doctrine, strictement monogéniste, d'un centre restreint de création (ou de diffusion), pour chaque groupe, grand ou petit, apparaissait naturelle à qui se tenait sur le terrain du lamarckisme ou du darwinisme, mais je trouve réellement un peu étrange que ceux aussi (parmi lesquels Caullery lui-même) qui déjà attribuent une importance prépondérante aux causes internes dans l'évolution, continuent à y adhérer.

En tout cas, on comprend que l'origine d'une partie des organismes insulaires à partir de formes venues directement de la mer, et là autochtones, a peu de probabilité pour celui qui accepte les théories habituelles, et qu'elle soit, tout au plus, prise en considération pour des formes déjà assez évoluées et dont l'émigration hors de la mer doit être relativement récente, comme c'est le cas de certains poissons d'eau douce.

L'ologénèse voit les choses de toute autre façon.

Selon cette théorie, d'une espèce naissent toujours et partout (par le fait de son dédoublement) les mêmes espèces. Chaque espèce a donc sa « perspective phylogénétique », c'est-à-dire que le *phylum* qui en doit dériver est déterminé en elle. (Qu'on se souvienne qu'avec seulement 50 échelons dichotomiques on a déjà, par progression géométrique, plus d'un quatrillon d'espèces, ce qui laisse une belle marge à la sélection naturelle).

Or, de tels dédoublements, produits par causes internes, ont dû, pour la plupart, s'accomplir très précocement, au sein de formes marines très simples et cosmopolites ; c'est encore dans la mer qu'ont dû se produire et vivre en promiscuité les têtes de lignes des ordres, pour le moins, morphologiquement très semblables entre elles, mais différentes par leurs perspectives phylogénétiques diverses (perspectives basées sur la construction diverse de leur idioplasme, plasma germinatif ou génome).

Il est important de distinguer deux catégories parmi les animaux ayant passé de la mer aux terres : ceux qui ont passé aux terres après avoir atteint dans la mer leurs caractères définitifs, ou plus ou moins proches de l'état définitif, et ceux qui ont dû abandonner la mer à des stades phylogénétiquement très précoces.

Dans les premiers, il faut ranger les Poissons, les Mollusques bivalves et prosobranches, et les Crustacés. Tous ces groupes sont à branchies et ont pu continuer à évoluer dans la mer, en n'envoyant qu'occasionnellement, et souvent assez tard, des colonies aux terres (respectivement à leurs eaux douces).

Ces formes, qui ont abandonné la mer à des stades très évolués, devaient être (en grande partie du moins) déjà quelque peu localisées dans la mer, et, de ce fait, ne purent (en règle générale) envahir que les terres baignées par certaines mers : en tout cas, elles ne purent envahir que les terres qui étaient déjà émergées à l'époque de leur émigration hors de la mer (époque variable d'un groupe à l'autre). Mais les terres qui étaient à leur disposition, ils ont dû toutes les envahir, sans s'inquiéter de savoir si c'étaient des îles ou des continents, et les envahir par grandes masses, pendant de longues périodes de temps, jusqu'à la disparition complète de la mer de ces formes qu'un « branchiotropisme » (Roule) poussait vers les eaux douces.

Il est clair que le maintien des diverses formes sur une terre, plutôt que sur une autre, a ensuite dépendu de circonstances locales.

Si on pense aux combinaisons variées qui peuvent se produire du fait des contingences mentionnées (localisations diverses dans la mer, époques diverses de l'émigration hors de la mer, époques diverses de l'émersion des différentes terres, conditions diverses trouvées sur ces terres), on comprend que certaines de ces formes puissent être propres à une seule île.

C'est précisément ainsi que l'ologénse explique, sans plus imaginer d'antiques connexions fluviales avec des terres lointaines, comment, parmi les Poissons, les genres *Neochanna* (Galaxiidæ) et *Retropinna* (Salmonidæ), ou, parmi les Crustacés, le genre *Paranephrops*, ne se trouvent que dans les eaux douces de la Nouvelle-Zélande.

Les cas ici mentionnés (et beaucoup d'autres analogues) sont peut-être plus des exemples de simples reliques que de vrais endémismes, c'est-à-dire des exemples de formes qui jouissaient, dans la mer, d'une plus ample diffusion et qui passèrent aux eaux douces sans changer leurs caractères, et cela d'autant plus qu'il

s'agit, dans ces cas, de formes émigrées hors de la mer à un stade phylogénétique dans lequel ils avaient déjà atteint leur « fixité finale » — laquelle est admise par Caullery lui-même.

Nombreux sont ceux qui croient encore que le passage de la mer à l'eau douce impose nécessairement une adaptation accompagnée de l'acquisition de caractères nouveaux, mais L. Cuénot a démontré lumineusement que, au moins dans de très nombreux cas, ces adaptations préexistaient au changement de milieu et qu'elles sont donc plutôt des « préadaptations ».

Toutefois, d'autres de ces formes branchiées ont dû continuer à évoluer dans le milieu limnique, d'autres encore sur terre ferme (par exemple les Isopodes), mais une pareille évolution ultérieure, même si elle est éventuellement ramifiée, s'est trouvée contenue entre des limites restreintes pour tous ces groupes.

Nous avons donc constaté que les endémismes insulaires réalisés par des animaux qui, autochtones dans la mer, ont passé aux terres (respectivement à leurs eaux douces) à des stades phylogénétiques déjà très évolués, n'offrent aucune difficulté spéciale pour l'ologénèse. Celui qui n'admet pas une pareille origine, ne fût-ce que pour une partie des faunes insulaires, et qui part de conceptions strictement monogénistes, se trouve certainement devant une difficulté beaucoup plus grave.

Il ne nous reste donc qu'à nous occuper des animaux qui ont dû s'évader de la mer à des stades phylogénétiques très précoces. Ces animaux devraient être, en règle générale, ceux à respiration aérienne, et, avant tout, les Vertébrés stapédifères ou pentadactyles (tétrapodes), dont le *phylum* s'oppose nettement à celui des Pinnifères ou Poissons.

A notre sens, l'évolution des poumons était prédéterminée dans la perspective phylogénétique des Stapédifères et nous devons croire, comme phénomène de corrélation, que l'évolution de vraies branchies en était exclue (les branchies des Batraciens sont des structures simplement larvaires, ne persistant que dans les cas de néoténie, et elles ne sont pas homologues des branchies des Poissons).

S'il en est ainsi, les Stapédifères auront dû quitter la mer et passer aux eaux douces, plus oxygénées, à des stades phylogénétiques au cours desquels leur structure était, tout au plus, celle d'un Amphioxus jeune, c'est-à-dire sans extrémités, avec des fissures branchiales, mais sans branchies vraies (on comprend du reste que des Stapédifères primitifs qui auraient eu déjà les caractères diagnostiques des différentes classes, n'auraient pas été adaptés à la vie marine). Plus tard, mais encore dans le milieu limnique, se développèrent les poumons, tandis que se fermèrent les fissures branchiales, et les divers groupes commencèrent à se différencier aussi somatiquement ; parmi ces groupes, ce furent les inférieurs, à évolution phylogénétique précoce, qui passèrent les premiers à la vie réellement terrestre, puis les supérieurs, à évolution tardive, cela donc dans l'ordre constaté par les paléontologistes.

Mutatis mutandis, il devrait en avoir été, pour les Arthropodes trachéens, peut-être pour les Gastéropodes pulmonés et pour les autres groupes d'Invertébrés aéricoles, de même qu'il en fut pour les Vertébrés stapédifères.

Or, si les animaux aéricoles ont abandonné la mer sous une forme aussi simple, ils ont dû par la suite poursuivre encore longtemps leur évolution et celle-ci, avec ses ramifications, était, selon l'ologénèse, prédéterminée de façon identique pour tous les individus d'une même tête de lignée, quelle que fût la terre qu'ils avaient atteinte (quitte à l'évolution à se réaliser, plus tard, selon des modes différents, d'une terre à l'autre, par le fait d'actions éliminatrices diverses, exercées par les circonstances locales).

Tout cela dûment rappelé, revenons enfin aux endémismes insulaires pour nous occuper de ceux qui ont pu se produire parmi les animaux ici considérés, c'est-à-dire parmi les animaux à respiration typiquement aérienne.

De tels endémismes s'expliquent, au fond, de la même manière que ceux considérés précédemment, toutefois avec une variante assez notable.

Ici, nous ne partons pas, comme c'était par exemple le cas pour les Poissons d'eau douce, de formes élevées qui auraient déjà été quelque peu localisées dans la mer; nous partons au contraire de têtes de lignées archi-simples, qui, dans la mer, étaient complètement ou à peu près complètement cosmopolites. Des formes identiques ont donc pu pénétrer dans les eaux douces de terres (insulaires ou non) très éloignées les unes des autres ; ici donc, la cause éventuelle de localisation sur une terre, qui pourrait être aussi une île, fait défaut ou est fortement atténuée. Il reste, comme cause importante de localisation, le rapport variable entre la période d'évasion hors de la mer des têtes de lignées des différents groupes et l'époque d'émersion (dernière) des différentes terres. Et reste l'influence des conditions dans lesquelles la lutte pour l'existence s'est déroulée sur les diverses terres.

Mais ce dernier coefficient de localisation assume ici une importance extraordinaire, parce que, comme nous l'avons dit, les descendants de ces lointaines têtes de lignées ont dû poursuivre leur évolution ramifiée durant de longues époques, dans l'ambiance limnique et puis encore sur terre ferme.

Si l'on tient compte de tous ces facteurs, il apparaît clairement que, de façon analogue au cas précédent, il existe ici aussi une probabilité suffisante de production d'endémismes insulaires.

Cette probabilité est très grande pour les îles anciennes, moindre pour les moins anciennes, et nulle pour les récentes, émergées lorsque les têtes de lignées mentionnées avaient déjà disparu de la mer. Une île aussi récente ne peut héberger aucune forme de Vertébrés stapédifères et, en général, aucune forme d'animaux à respiration typiquement aérienne qui ne lui soit pas parvenue d'autres terres.

Au contraire, une île suffisamment ancienne peut avoir reçu directement de la mer les têtes de lignées lointaines des groupes les plus variés d'animaux aéricoles. Par la suite, l'action éliminatoire de la sélection naturelle a pu s'exercer, dans l'île, de façon différente qu'ailleurs, sur la descendance de ces têtes de lignées (et ici, il faut aussi tenir compte des interférences dues à des animaux parvenus d'autres terres dans l'île), de telle sorte que, par le concours de ces coefficients, il n'est vraiment pas étonnant que, parmi ces descendants, il y ait, sur une île, des espèces ou des groupes qui lui soient absolument propres. (Et le fait que l'évolution dont ils sont le produit soit une évolution par causes internes, telle que la postule l'ologénèse, ne change rien à la chose.)

Ce n'est certainement qu'avec de telles vues que l'on peut comprendre, par exemple (comme l'a déjà fait remarquer De Stefani), l'abondance étrange d'espèces ou aussi de groupes entiers de Vertébrés terrestres qui sont absolument endémiques dans la grande et très ancienne île de Madagascar, ou qui n'ont d'autres représentants que dans des terres très éloignées, tandis que, pour qui se tient cramponné à la biogéographie classique, la faune de cette île demeure une énigme insoluble.

***

Disons pour finir, comme nous l'avons promis, quelques mots sur les endémismes insulaires à mettre sur le compte de mutations ou de facteurs lamarckiens.

Il est actuellement bien établi qu'il faut distinguer deux catégories parmi les formes de valeur infraspécifique : d'une part les espèces élémentaires (petites espèces ou espèces jordaniennes), dont le complexe constitue l'espèce systématique, un complexe d'espèces élémentaires constituant un genre, d'autre part les formes dues à des mutations ou à des facteurs lamarckiens.

Par-ci, par-là, j'ai fait allusion aux premières dans les pages précédentes. J'ajouterai ici que beaucoup des espèces endémiques signalées sur les îles ne sont peut-être que de telles espèces élémentaires. On sait maintenant que les races héréditaires obtenues par l'homme, quand elles ne sont pas dues à une mutation, n'ont pas été obtenues par la sélection des variations fluctuantes ou statistiques, mais par l'isolement (même s'il est inconscient) des espèces élémentaires.

Cela peut s'être aussi produit dans la nature, surtout s'il s'agit de formes normalement ou éventuellement autogames, comme cela semblerait être le cas pour les fameuses *Achatinellidæ* des îles Hawaï, ou si, même sans autogamie, l'isolement géographique intervient.

Des formes infraspécifiques héréditaires, qui cependant ne sont pas des espèces élémentaires, naissent du fait de mutations ; ces dernières, l'ologénèse ne les nie nullement, mais elle conteste leur valeur phylogénétique (qui, du reste, est contestée par Caullery lui-même). C'est un fait connu qu'une grande partie des formes nées par mutation présentent des caractères dégénératifs ou anormaux ; de semblables formes peuvent persister plus facilement sur les îles (de façon analogue à ce qui se produit dans les cavernes), vu le moindre nombre de concurrents ou d'ennemis qui s'y trouvent d'habitude ; ou aussi du fait de circonstances locales. C'est ainsi que l'aptérisme des insectes, qui apparaît si souvent comme mutation, est plus fréquent sur les petites îles.

Enfin, beaucoup des endémismes signalés sur les îles, en particulier par les botanistes, ne se rapportent certainement qu'à divers aspects assumés par l'espèce sous l'influence directe de facteurs ambiants (lamarckiens) et qui persistent par la persistance de ces facteurs. Du reste, de pareils « phénotypes » peuvent éventuellement transmettre leurs caractères au cours de quelques générations, en vertu de cette « hérédité cytoplasmique » dont on reconnaît de plus en plus la réalité. S'il s'agit de végétaux, ces caractères peuvent s'hériter longtemps lorsqu'on est en présence d'une génération agamique. De plus nombreuses expériences de transplantation, ou en général, d'élevage dans de nouvelles conditions, seraient très désirables sous ce rapport. Il semble que c'est à de tels endémismes insulaires, à interpréter comme de simples phénotypes, qu'il faille rapporter les si nombreuses « sous-espèces » du *Cerion glaus* qui, dans l'île de New-Providence (Bahamas), se succèdent d'Ouest en Est, et dont les différences sont considérées par Plate comme directement dues aux divers degrés de pluviosité des districts respectifs.

Certes, l'ologénèse ne pourrait reconnaître une importance phylogénétique aux facteurs lamarckiens (hérédité des caractères acquis ou mieux somatogènes), mais, en cela, elle se

trouve désormais d'accord avec la majeure partie des biologistes.

Cependant, M. Caullery émet l'hypothèse que des facteurs lamarckiens ont pu jouer un rôle héréditaire, du moins dans le passé. Il écrit (p. 416) : « Il doit y avoir eu, dans l'histoire des divers types des animaux ou végétaux, des phases où les facteurs extérieurs ont contribué à l'établissement de la constitution germinale, où des modifications phénotypiques ont été incorporées au génotype ».

C'est une hypothèse intéressante, qui lui a été certainement inspirée par le cruel problème de l'explication des adaptations... et ce n'est pas le moment de le discuter. Mais c'est le moment de dire que, de toute façon, cette hypothèse n'éclairerait pas grandement l'origine des endémismes.

Réellement, des formes encore aussi plastiques devaient être nécessairement très anciennes, beaucoup moins évoluées que les actuelles, tandis que, si les caractères qui distinguent une espèce endémique étaient dus à des facteurs lamarckiens, ils devraient avoir presque toujours une origine assez récente. Ce n'est certainement pas ainsi que s'expliquent, par exemple, les diverses espèces des *Drepaniidæ* (Passereaux) qui sont caractéristiques des différentes îles de l'archipel des Hawaï ; l'action postulée par M. Caullery aurait pu, tout au plus, s'exercer sur la tête de lignée d'un genre de *Drepaniidæ*. (Et il me paraît que des considérations analogues valent aussi pour une bonne partie de ces adaptations que l'hypothèse nouvelle voudrait précisément expliquer).

J'ai examiné avec toute l'attention qu'elle méritait la difficulté qui a été soulevée par l'éminent professeur de la Sorbonne et j'espère avoir montré qu'une pareille difficulté ne subsiste réellement plus, que l'ologénèse peut facilement s'accorder avec le phénomène de l'endémisme. Je serai reconnaissant à qui voudra me signaler des difficultés plus graves.

OUVRAGES CITÉS

(1) M. Caullery. *Le problème de l'évolution*, Paris, Payot, 1931.

(2) G. Colosi. *La distribuzione geografica dei Potamonidæ* (Rivista di Biologia, t. III, 1921).

— *Remarques sur le peuplement des terres* (Comptes Rendus du Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences à Grenoble, 1925).

— *L'epoca di emersione delle terre come fattore della distribuzione geografica degli animali* (Archivio zoologico italiano, t. XV, 1930).

— *Biogeografia ed evoluzione* (Ibidem, t. XVI, 1930, et Atti del XI^e Congresso Internazionale di Zoologia in Padova 1930, Padova, 1931).

— *L'ologénèse et la biogéographie* (Bulletin de la Société d'Océanographie de France, n° 68, Paris, 1932).

(3) I. de Stefani. *Le faune insulari* (L'Universo, an X, n° 4, Florence, 1929).

(4) S. Leclercq. *Quelques faits paléontologiques montrant la concentration centripète des formes jadis cosmopolites* (Annales de la Société Géologique de Belgique, t. LIV, Bull. n° 9, Liège, 1931).

(5) G. Montandon. *L'ologenèse humaine*. Paris, Alcan, 1928.

(6) D. Rosa. *Ologenesi*. Firenze, Bemporad, 1918.

— *L'ologénèse*, Paris, Alcan, 1931.

VARIÉTÉS

SUSPENSION A FLEXIBILITÉ VARIABLE

par Ch. LIRON

Flexibilité et débattement. — Si l'on considère un système élastique quelconque : ressort ou groupe de ressorts agissant à la traction, à la compression, à la flexion, un tel système est presque entièrement caractérisé par sa *flexibilité*, et par la grandeur du *débattement* dans lequel il se déforme.

Par flexibilité, on entend : le nombre qui mesure la déformation occasionnée par l'application d'une force ou d'une charge égale à l'unité. C'est donc le rapport entre une déformation et la charge qui la provoque. C'est la loi ou plus exactement, c'est la dérivée de la loi qui unit l'une à l'autre.

Suspension des véhicules. — Parmi tous les systèmes élastiques, ceux qui servent à suspendre les véhicules sur les routes, ou le passager relativement au véhicule, ne sont pas les plus faciles à étudier, et on a pu écrire « qu'une bonne suspension se sent mieux qu'elle ne se définit ».

Or, pour la réaliser, il faut bien la définir.

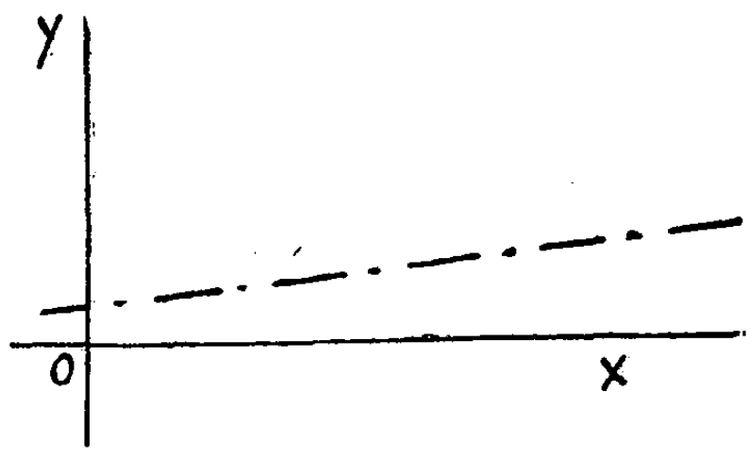


Fig. 1. — Suspension à grande flexibilité (douceur-souplesse).

Nous savons l'étendue et les difficultés du problème, qu'il ne faut pas aborder de front.

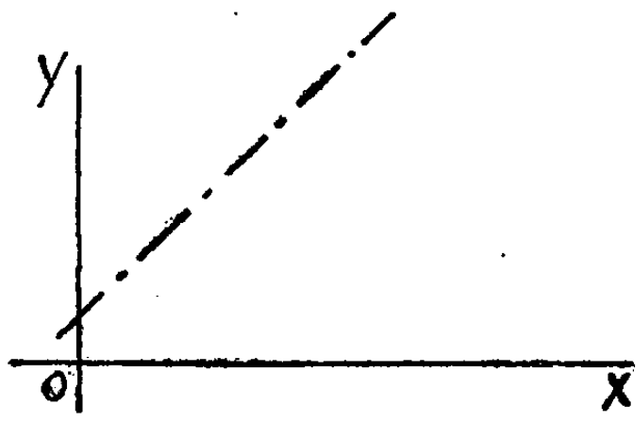


Fig. 2. — Suspension à faible flexibilité (dureté raideur).

L'étude des questions posées par l'inertie et les phénomènes vibratoires et oscillatoires, doit être subordonnée à l'étude statique de la loi de flexion, et pour bien con-

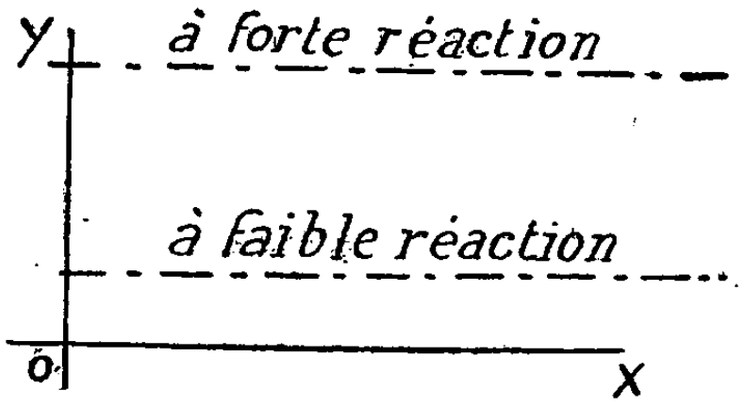


Fig. 3. — Suspension statique, soit à forte réaction, soit à faible réaction.

naître celle-ci, il est indispensable de se familiariser avec ses représentations graphiques.

Représentation graphique. — Comme nous l'avons dit, toute suspension obéit à une loi; qui, avant d'être con-

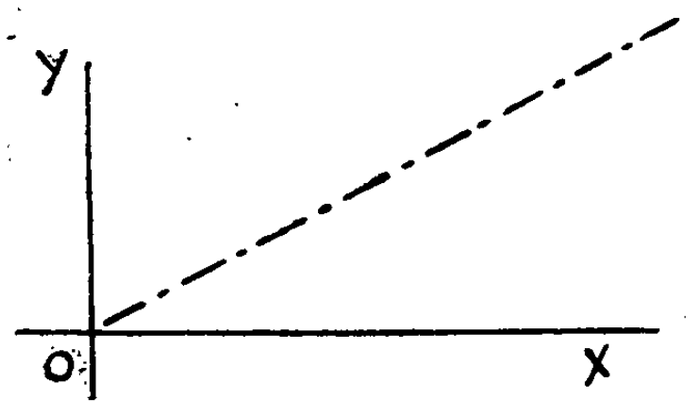


Fig. 4. — Une suspenzion à flexibilité constante.

crétisée par l'épure, peut avoir dans l'imagination, une allure analytique précise.

Par exemple, si l'on convient de porter en ordonnées les charges ou réactions, et en abscisses les déplacements de la masse, il faut représenter et se représenter ainsi (comme l'indiquent les figures 1 à 8) les lois relatives à la flexion.

D'emblée, il apparaît que les conditions d'une bonne flexibilité sont incompatibles, ou au moins sont en contradiction avec la nécessité de limiter les déplacements de la masse, de la contraindre à l'intérieur de son débattement, ou mieux de lui assigner, au milieu de celui-ci, un point d'équilibre dont elle s'écartera le moins possible.

En effet, plus la flexibilité est faible (ou plus la suspension est dure), et plus il est facile de maintenir la masse à la bonne place de son débattement, moins on risque donc qu'elle se heurte sur l'obstacle de limitation.

Inversement, plus la flexibilité est grande (ou plus la suspension est souple), et plus la masse a tendance à

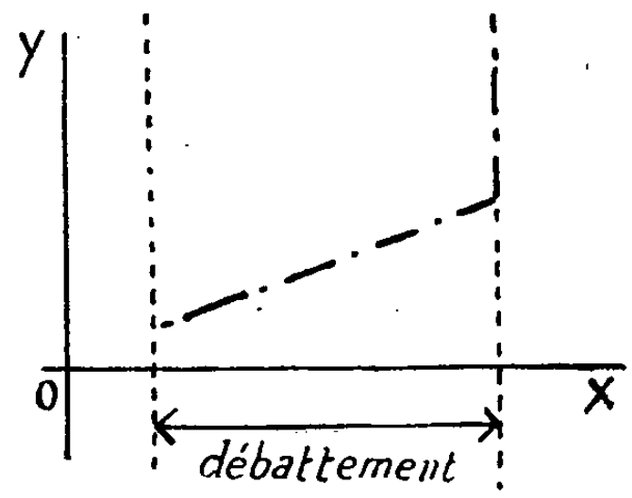


Fig. 5. — Heurtoirs aux extrémités du débattement.

quitter son point d'équilibre (que ce soit pour des raisons de résonance ou à cause des déplacements relatifs des

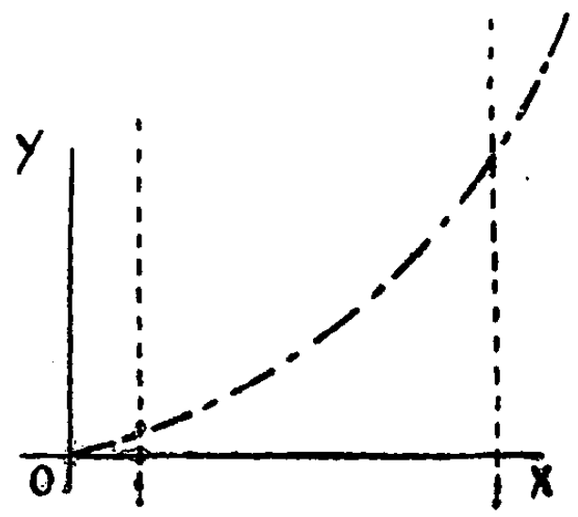


Fig. 6. — Suspension à flexibilité variable (décroissante).

supports), donc plus elle risque d'atteindre les limites du débattement.

Analytiquement, plus les tangentes à la courbe sont

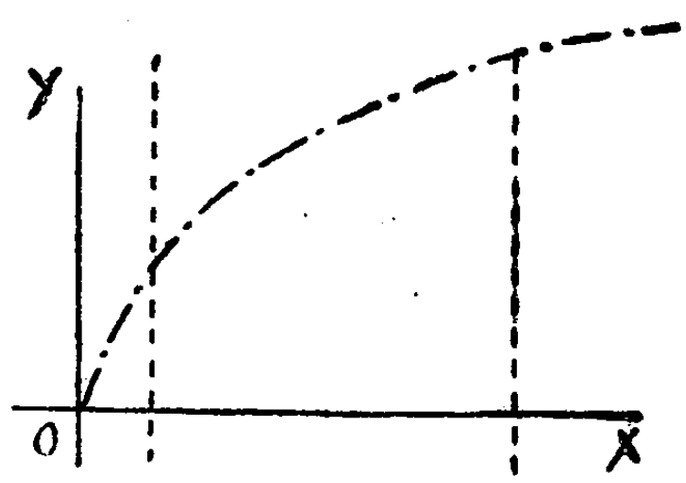


Fig. 7. — Suspension à flexibilité variable (croissante).

horizontales, et plus la masse aura l'occasion d'atteindre la verticale de limitation.

Un remède. Limitation assymptotique. — Il est donc indispensable de l'y recevoir sans solution de continuité, sans « *choc* » et la courbe, dont on amorcera plus ou moins tôt la déviation ascendante, viendra s'y écraser, comme sur une assymptote (fig. 9).

Nouvel aspect du problème. — Déjà, nous pouvons affirmer que le problème de la suspension se confond avec

celui de la limitation des courses, et que des nécessités constructives d'utilisation s'ajoutent aux conclusions de la Mécanique pour imposer la loi de la meilleure suspension et l'allure de sa courbe représentative.

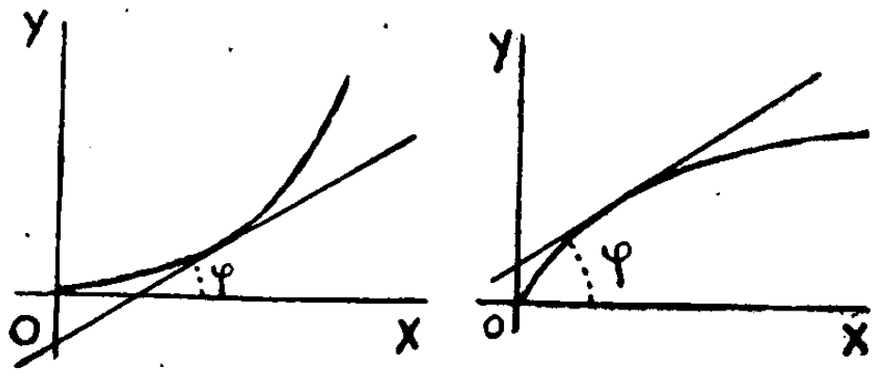


Fig. 8. — Flexibilité en un point donné φ.

Cette courbe n'a plus rien d'analogue avec la droite de la flexibilité constante. La suspension qu'elle exprime

Fig. 9.

possède au contraire une flexibilité variable, décroissant avec l'augmentation des charges ou des réactions.

La valeur de cette flexibilité est donnée, en chaque point de la courbe, par la cotangente de l'angle, que fait, avec l'horizontale, la tangente en ce point (fig. 8).

Opportunité du réglage. — Il est évident que si l'on veut augmenter la charge à suspendre, le point d'équilibre se rapprochera de l'assymptote, abandonnant sa place avantageuse dans le débattement. Il est possible de l'y remettre en augmentant la sustentation du système, ou de l'un de ses éléments. Le dispositif de réglage employé devra, pour modifier le moins possible la concavité de la courbe, en augmenter uniformément toutes les ordonnées plutôt que d'en diminuer les abscisses (fig. 10).

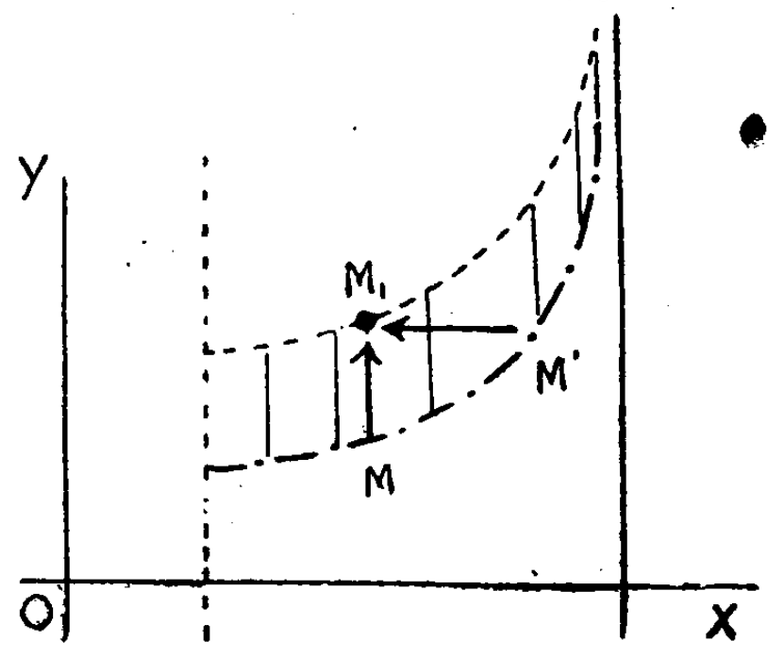


Fig. 10.

Vérification expérimentale. — Des expériences récentes, entreprises sur une assez grande échelle ont justifié cette théorie et en ont révélé l'importance. Elle doit orienter la construction dans une voie nouvelle et lui donner des directives qui sont presque des mots d'ordre.

Flexibilité variable et réglable. — En terminant, nous rappelons que si les questions soulevées par l'inertie et les phénomènes oscillatoires restent posées, leur résolution doit bénéficier d'un terrain déblayé sur lequel, travaillant pour notre part, nous serons heureux d'échanger avis ou suggestions.

NOTES ET ACTUALITÉS

Astronomie

Sur le problème de l'attraction universelle. — Si l'on peut discuter sur la nature du phénomène que représente le lien qui rattache les planètes au Soleil et les fait graviter autour de lui, on ne saurait lui contester le caractère d'une manifestation énergétique.

Newton se représentait la gravitation comme l'effet d'une force qui agit entre les corps, ayant tout particulièrement la propriété de retenir les planètes sur leurs orbites. L'ignorance où l'on était alors de l'électromagnétisme ne lui a pas permis d'en définir la nature.

« Cette force, écrivait-il dans ses *Principes de Mathématiques*, vient de quelque cause qui pénètre jusqu'au centre du Soleil et des planètes sans rien perdre de son activité. Elle n'agit point selon la grandeur des superficies comme les causes mécaniques mais selon la quantité de matière et son action s'étend de toutes parts en décroissant toujours dans la raison doublée des distances. Je n'ai pu parvenir à déduire des phénomènes la raison de ces propriétés de la gravité et je n'imagine point des hypothèses. J'aime mieux inférer de la cohésion des corps que leurs molécules s'attirent naturellement en vertu d'une force qui, dans le contact infime, est très énergique, qui produit des phénomènes chimiques à petite distance et qui, à de fort grandes distances, cesse d'agir au moins d'une manière sensible. »

Si la réalité de cet agent physique a paru nécessaire à Newton pour rendre compte de la gravitation universelle, elle ne l'est pas moins pour expliquer d'autres phénomènes cosmiques tels que le transport, du soleil aux planètes, des corpuscules électrisés dont l'émission accompagne la formation des taches que présente périodique-

ment sa surface. On ne saurait se représenter qu'un élément impondérable dépourvu de toutes propriétés physiques puisse sustenter de la matière et moins encore la véhiculer. Entre un élément matériel et un autre qui ne le serait pas, on ne saurait concevoir qu'il puisse se produire des rapports de réalité tels que ceux qui sont nécessaires pour réaliser un simple contact.

Il ne faut donc voir dans la notion de l'éther que l'antiquité nous a léguée comme celle de photon qui n'en ait qu'une modalité, sans laquelle la lumière serait inexplicable, que des créations de l'esprit commodes pour rendre compte de phénomènes dont le processus demeure difficilement discernable.

Du reste ne peut-on concevoir que les notions d'éther et du photon correspondent à un dernier état de dégradation de la matière qui, sans présenter l'aspect granulaire des éléments qui constituent le rayon lumineux, possèderait néanmoins les attributs d'une substance, susceptible en particulier de donner à l'électron sa plasticité en empêchant le tourbillon des particules qui le composent de se résoudre en un amalgame compact ? Mais pour qu'il en soit ainsi il faut que cette substance possède certaines propriétés physiques spécifiques et il est inconcevable qu'elle puisse être immatérielle. L'idée d'immatériel et celle de néant sont synonymes.

Une expérience de laboratoire faite par Zenger a montré qu'il fallait attribuer la rotation des planètes à l'action électrodynamique du soleil (1). Son noyau paraît être fortement aimanté : sa couronne, sillonnée de courants induits est infléchie vers les pôles tout comme de la limaille de fer autour d'un aimant. Sa masse électrique est évaluée à quelque 250 milliards de coulomb. Une expérience de Rowland ayant établi qu'un corps chargé qui est animé d'un mouvement de rotation rapide donne naissance à un champ magnétique, les conditions paraissent remplies pour que celui que la rotation du soleil doit engendrer s'étende tout au moins jusqu'aux confins du système solaire.

D'autre part, la pression de radiation serait difficilement explicable si le rayon solaire de constitution électronique comme l'est tout élément matériel, n'était pas la manipulation d'un flux électrique présentant tous les caractères d'un courant de nature à donner naissance à un champ magnétique. C'est ainsi que, vraisemblablement, le champ magnétique gravitationnel se conjugue avec celui qu'engendre le rayonnement solaire et dont les lignes de force foisonnent en tous sens. Au surplus une autre expérience de laboratoire de Rowland a montré que le fait qu'une masse électrique fût en mouvement de translation suffisait à lui faire produire un champ magnétique et la charge électrique que véhicule le rayon solaire remplit cette condition (2).

Sans l'existence du milieu matériel formé par la conjugaison des lignes de force de ces deux champs électromagnétiques d'origine solaire, Henri Poincaré a exprimé l'avis que les anomalies que présentent les mouvements des comètes à courte période telle que celle d'Encke seraient inexplicables (3). Il est remarquable, enfin, que la résistance opposée ainsi vraisemblablement par le milieu cosmique à la translation séculaire du système solaire sur le plan du Zodiaque, dans la direction actuelle du Capricorne et du Sagittaire, paraisse expliquer l'inclinaison des plans de rotation du soleil et des planètes redressés dans le sens du mouvement.

Tout compte fait, il semble que ce soit les lois de l'électromagnétisme, en particulier celle des attractions et des répulsions magnétiques de Coulomb, qui régissent les phénomènes de l'attraction et de la gravitation universelles.

Léon Launat,
Membre de la Société astronomique de France.

(1) *Bulletin de la Société astronomique de France*, 1901, pp. 161 et 644.

(2) *Philosophical magazine*, 5e série, t. XXVII, 1889, p. 445.

(3) *Annuaire du Bureau des Longitudes*, notice 1898.

Physique

Neutrons, protons et positrons. — Pendant longtemps l'électron (β^-) et le proton (π) ont été considérés comme les seuls corpuscules élémentaires au moyen desquels étaient construits tous les atomes. Les mesures faites avaient révélé qu'ils possédaient tous deux la même charge électrique en valeur absolue, positive pour le proton, négative pour l'électron. Quant à leur masse, elle était 1840 fois plus grande pour le proton que pour l'électron. On admettait que cette masse, ou coefficient d'inertie, provenait uniquement de leur charge électrique, la plus grande valeur de la masse du proton pouvant s'expliquer par une condensation plus grande de l'électricité, en sorte que les dimensions du proton devaient être beaucoup plus faibles que celles de l'électron. L'atome d'hydrogène était supposé constitué par un proton autour duquel gravitait un électron, les autres atomes étant formés d'un noyau positif, constitué par l'agglomération de protons et d'un nombre moindre d'électrons, autour duquel gravitaient des électrons satellites en nombre égal au numéro atomique de l'élément.

L'étude expérimentale, faite par Irène Curie et Joliot, du rayonnement émis par le glucinium soumis au bombardement de particules α, a révélé dans ce rayonnement la présence de certains rayons très pénétrants ne se laissant pas dessiner par la formation d'un brouillard dans la détente de vapeurs d'eau saturée (détente de Wilson). Cependant, ces nouveaux rayons sont susceptibles de communiquer une violente impulsion à quelques noyaux rencontrés sur leur trajet, ce que ne font pas les rayons γ, le parcours de ces noyaux pouvant être dessiné par formation de gouttelettes de brouillard au cours de la détente d'une atmosphère saturée de vapeur d'eau. On a été conduit à considérer ces rayons pénétrants comme constitués par des particules ayant une masse peu différente de celle des protons et de charge nulle, d'où leur nom de neutrons (φ). Les neutrons ont tout d'abord été regardés comme formés par l'association intime d'un proton et d'un électron avec une perte de masse correspondant à un dégagement d'énergie de quelques millions d'électrons-volts.

Une autre découverte extrêmement intéressante a été celle de l'électron positif faite par Anderson, puis Blackett, au cours de recherches sur les rayons cosmiques. Etudiant, au moyen de la méthode de Wilson, dans un champ magnétique intense, l'émission d'une lame de plomb soumise à l'action de rayons cosmiques, ces auteurs ont constaté outre la présence d'électrons et de protons, celle de corpuscules ayant même masse que l'électron et une charge égale aussi en valeur absolue, mais positive. Ainsi ces expériences ont-elles révélé, pour la première fois, l'existence de véritables électrons positifs, dits positrons, ne différant que par le signe de leur charge des électrons négatifs auxquels on pourrait, semble-t-il, donner le nom de négatrons.

Au cours de ces derniers mois, Irène Curie et Joliot

ont trouvé que lorsque des rayons γ de fréquence élevée, constitués par des photons assez aigus transportant une énergie franchement supérieure au million d'électrons-volt, frappent le noyau d'un atome lourd, ils peuvent disparaître ou donner naissance à un photon de plus faible fréquence, c'est-à-dire d'énergie moindre, en créant simultanément un électron positif et un électron négatif, dont la masse et l'énergie cinétique équivalent à l'énergie disparue.

Ces auteurs ont également constaté que l'émission de protons par les atomes de bore et l'aluminium soumis au bombardement des rayons α s'accompagne d'une émission simultanée de neutrons et de positrons, les deux processus conduisant sans doute à un même noyau transformé. Ils ont aussitôt signalé que les constatations précédentes donnent une base expérimentales à la conception d'après laquelle le neutron constituerait un corpuscule élémentaire simple, tandis que le proton devrait être considéré comme formé par la combinaison d'un neutron avec un positron.

Puisqu'il n'y a pas de proton négatif, l'hypothèse précédente suggère, a indiqué récemment Jean Perrin, que le neutron n'a aucune affinité pour l'électron négatif ou négatron, si même il ne le repousse pas, alors qu'il en a une très forte pour le positron.

On peut se demander également, d'après Jean Perrin, si le positron, qui a une affinité si forte pour le neutron, ne suffit pas à capter deux neutrons, formant ainsi un complexe $\omega_2 3+$, qui serait le demi-hélion ou hydron; ce demi-hélion interviendrait dans la constitution des noyaux atomiques et constituerait le noyau de l'isotope d'hydrogène découvert par Ruark et Urey et préparé depuis en quantité notable. Pour désigner cet isotope de l'hydrogène, Jean Perrin propose le nom de hydrum qui rappellerait le nom d'hydron donné à son noyau, comme le nom d'hélium rappelle celui d'hélion sous lequel on désigne souvent la particule α qui n'est autre que le noyau de l'atome d'hélium.

Si l'hydron ne contient pas d'électron, il en doit être de même, indique Jean Perrin, pour le noyau d'hélium ou hélion jusqu'ici considéré comme un complexe très robuste $\pi_4\beta_2$- de quatre protons et deux électrons (avec perte de masse égale par noyau-gramme à 32 mg) et qui serait un complexe, plus robuste encore $\omega_4\beta_2^+$ de quatre neutrons et deux positrons (avec perte de masse égale à 50 mg.). Plus généralement, tout noyau serait fait de neutrons et de positrons, éventuellement associés en sub-noyaux tels que le proton, l'hydron ou l'hélion. Malgré sa charge positive, un noyau ne pourrait absorber ni contenir d'électron. On voit combien une telle conception diffère de celles admises jusqu'ici et devenues classiques, qui regardaient les noyaux des atomes comme formés par l'agglomération de protons et d'électrons.

Il reste à expliquer l'émission d'électrons négatifs sous forme de rayons β par les éléments radioactifs, dont le numéro atomique augmente d'une unité au cours de la transformation, ce qui correspond au gain d'une unité de charge positive par le noyau. Il suffirait pour cela d'admettre, comme l'a proposé Francis Perrin, que l'électron projeté ne préexistait pas dans le noyau, mais qu'il y est créé, en même temps qu'un électron positif, aux dépens d'une énergie intra ou extra nucléaire, ainsi que cela se produit par absorption d'un photon de grande énergie dans les expériences d'Irène Curie et Joliot auxquelles on a fait allusion plus haut : le positron créé se souderait à un neutron du noyau de manière à augmenter d'une unité la charge positive globale de son noyau, tandis que l'électron négatif serait projeté.

Les quelques remarques qui précèdent, inspirées par de très pénétrantes réflexions de Jean Perrin (*Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 25 septembre 1933) montrent que la découverte du positron ou électron positif conduit à une modification radicale de nos conceptions atomistiques, les nouvelles hypothèses faites s'adaptant d'ailleurs très simplement à l'ensemble des faits connus.

A. Bc.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

La surchauffe et le rendement pratique des machines. — J'ai montré, dans plusieurs notes précédentes, que la machine à vapeur marine, adaptée aux nécessités actuelles du trafic, constitue encore un instrument excellent, dont les avantages sont de nature, dans bien des circonstances, à faire écarter à son profit l'emploi du moteur à combustion.

L'introduction du Diesel, moteur à haut rendement intrinsèque, a eu pour conséquence de stimuler l'ingéniosité des constructeurs de machines à vapeur, en vue de réaliser méthodiquement l'amélioration de l'économie de fonctionnement de celles-ci, à la vérité quelque peu négligée et trop aisément sacrifiée autrefois aux considérations de simplicité et de moindre prix de revient. Le progrès de la machine marine, suscité d'abord par le dessein d'accroître la puissance, à poids ou encombrement égal, et par là-même limité au domaine des navires de guerre ou des rares unités commerciales à grande vitesse, s'est très nettement centré depuis les quinze dernières années, sur la nécessité primordiale d'améliorer le rendement.

Toutefois, il faut reconnaître que le sens et l'importance de cette évolution échappent aisément à l'observation de qui n'est pas initié aux difficultés un peu spéciales de la technique maritime. Sans doute, on sera frappé par la description de certaines installations tout à fait remarquables, où des groupes de turbines fonctionnent dans des conditions économiques presque comparables à celles qui sont réalisées dans les grandes centrales à terre, où l'appareil évaporatoire est constitué par des chaudières à tubes d'eau de type ultra-moderne. Mais il ne s'agit là que de quelques catégories de bâtiments desservant des lignes à trafic intense, pour le compte de Compagnies puissantes, qui sont en mesure de subordonner systématiquement la question du coût initial à celle de l'économie à réaliser en cours de service. Dans la majorité des cas, on pourra être, au contraire, surpris de constater la faveur constante de la chaudière cylindrique classique et de la machine à triple expansion traditionnelle. On pourra s'étonner plus encore de ce que certains types très récents de machine alternative, — *Lentz* et *Christiansen* en particulier, — constituent en somme un retour à la machine compound d'autrefois.

C'est qu'en réalité, tous ces appareils, classiques ou même surannés en apparence, fonctionnent dans des conditions de régime essentiellement renouvelées, qui résultent de la substitution sans cesse généralisée de la vapeur surchauffée à la vapeur saturée. C'est sur ce point qu'il

convient tout d'abord d'arrêter l'attention, si l'on veut juger exactement du progrès d'ensemble accompli dans la navigation à vapeur.

Partant des données les plus élémentaires de la thermodynamique, les constructeurs se trouvaient en présence de deux moyens de principe pour accroître le rendement des appareils : augmenter soit la pression de régime, soit la température de la vapeur à l'admission.

L'augmentation de la pression, pour les types de machine usités, ne permettait pas d'obtenir pratiquement des avantages bien notables ; l'adoption de la quadruple expansion, qu'il convient d'envisager lorsque la pression atteint une quinzaine de kilos, apporte une complication qui a fait hésiter la plupart des techniciens. En fait, pour les machines alternatives, la pression n'a guère progressé que de 12 à 15 kilos ; ce n'est que pour les turbines qu'on a réalisé des pressions de l'ordre de 28 kilos au maximum, sans se soucier d'atteindre, d'ailleurs, les chiffres couramment réalisés pour les installations à terre.

La surchauffe a permis, par contre, d'atteindre à peu près immédiatement des résultats autrement décisifs. Toutefois, la théorie pure ne suffirait pas à expliquer ceux-ci et il est nécessaire de faire intervenir, pour les interpréter, la nation de *rendement pratique*, qui acquiert en l'espèce un intérêt de premier plan.

C'est qu'en effet, la surchauffe constitue le remède le plus adéquat à la plus grave des causes d'infériorité des machines qui utilisent la vapeur saturée, soit la perte produite par condensation dans les cylindres. Si l'augmentation du rendement théorique due à la surchauffe est relativement peu conséquente, par rapport à ce que serait le rendement *théorique* d'une machine à vapeur saturée, il ne faut pas oublier que le rendement pratique de cette dernière est toujours très inférieur au rendement théorique qui lui correspond. La surchauffe permet précisément de dépasser largement cette marge et d'obtenir, de la sorte, une amélioration tout à fait substantielle.

En admettant une surchauffe à 110° seulement, pour une pression de 15 kilos environ, on élève le rendement d'ensemble de 60 à 68 % ; le gain est surtout sensible pour le cylindre HP, dont le rendement propre passe de 70 à 82 %, le rendement BP ne s'élevant que de 45 à 50 %. Pour des surchauffes dépassant 110°, l'amélioration concernera surtout les cylindres BP et le rendement d'ensemble en subira directement les conséquences. Dès que l'on atteint des températures de vapeur de l'ordre de 350°, les effets de la surchauffe sont tels que, pour des pressions de l'ordre de 15 kilos, l'avantage de la quadruple expansion sur la triple cesse d'être aussi décisif, et il en est encore de même pour celui de la triple à l'égard de la double. C'est ainsi que le renoncement au gain théorique relativement faible d'un étage de détente a pu être aisément compensé par l'adoption de dispositifs plus favorables, comme la substitution de soupapes aux tiroirs de distribution : on a pu réaliser de la sorte des machines compound accouplées, dont le rendement n'est en rien inférieur à celui des machines à triple expansion ordinaires. On peut estimer en gros l'économie obtenue avec la surchauffe sur la consommation de combustible, par l'abaissement du taux moyen antérieur de 700 grammes-de charbon par cheval-heure indiqué à 590 grammes environ, dans les circonstances les plus courantes et les moins favorables..

Il est encore une autre considération qui acquiert une importance considérable dans le cas des machines marines. Certaines catégories de navires sont appelées à naviguer à des allures de service variables ; or, on sait qu'une machine quelconque, étudiée en vue d'une vitesse normale donnée, fonctionne nécessairement dans des conditions économiques moins favorables, à mesure que la puissance est réduite. Cette chute de rendement est particulièrement notable pour les turbines fonctionnant à vapeur saturée ; c'est d'ailleurs cet inconvénient qui a causé les plus graves mécomptes subis dans la première période du développement des turbines marines.

Or, l'emploi de la vapeur surchauffée a pour effet de réduire très sensiblement la perte de rendement qui résulte de la réduction de l'allure. La consommation de vapeur par cheval d'une machine alternative à vapeur saturée, lorsqu'on réduit la puissance de moitié, augmente de 16 à 17 % par rapport au chiffre correspondant à la charge normale ; pour les turbines, l'augmentation peut atteindre de 30 à 50 %. Grâce à la surchauffe, l'accroissement de consommation, entre les mêmes limites, n'est plus que de 8 % pour les machines alternatives et de 24 % pour les turbines. Pour les appareils qui combinent les deux systèmes, par l'adjonction d'une turbine d'échappement à une machine alternative, l'augmentation de consommation qui atteint, dans les meilleures conditions, au moins 20 % avec la vapeur saturée, est réduite par la surchauffe à 12 %. On notera, à ce propos, que pour des navires appelés à utiliser fréquemment l'allure réduite, la turbine d'échappement ne fait guère qu'apporter une complication, d'autant plus faiblement compensée que la fraction de la puissance totale fournie par la turbine décroit très sensiblement avec la réduction de l'allure.

Il devient aisé de comprendre, dès lors, comment on peut obtenir des rendements *pratiquement* très acceptables avec des machines de type simple et des chaudières cylindriques ordinaires, munies de surchauffeurs, dont le coût initial demeure avantageux et la facilité de manœuvre considérable.

Louis Basso.

Géologie appliquée

Les chemins de fer italiens et les « Soffioni ». — L'utilisation des forces volcaniques à la production d'énergie mécanique est un problème résolu depuis une vingtaine d'années en Toscane, par la « *Société boracifère de Larderello* ». Celle-ci met en œuvre les sources de vapeur des « *Soffioni* » ou *houille rouge*, nom, que leur a donné le dernier congrès géologique italien. Devant l'importance autant que la régularité de ces phénomènes de production d'énergie thermique, devant aussi l'absence complète de « *houille noire* » et la pauvreté en « *houille blanche* » de ces régions, les chemins de fer italiens envisagent de s'en servir pour les futures électrifications de leur réseau. C'est du moins ce que nous laisse entrevoir, le prince Piero Ginori Conti dans sa conférence à la Société des Ingénieurs civils de France.

Le conférencier, président de la Société de Larderello est à la fois l'inventeur et le réalisateur de cette utilisation, certainement unique au monde. Car si les « Sioffioni » servent régulièrement depuis 1818 à la production de l'acide borique par condensation des vapeurs naturelles, ce n'est qu'à 1904 que remontent les premiers essais d'introduction de ces vapeurs dans un moteur. La période expérimentale dura d'ailleurs jusqu'en 1913, date où entra en service régulier un turbogénérateur de 250 KW. Depuis, les installations n'ont cessé de grandir.

Jadis les « Soffioni » consistaient en jets de vapeurs s'échappant naturellement de fractures capricieuses du sol et s'y condensant, dans des sortes de cuvettes, appelées

« *lagoni* », en une eau fortement chargée d'acide borique. Dès 1832, on aborda l'ère des forages dans les profondeurs, pour se procurer des quantités plus grandes de vapeur

Fig. 1. — Régime des Soffioni.

qu'on utilisait alors à la concentration des eaux boriques, et aussi pour tâcher de régulariser ces phénomènes d'ordre geysériens. Ce fut une véritable technique à créer, que

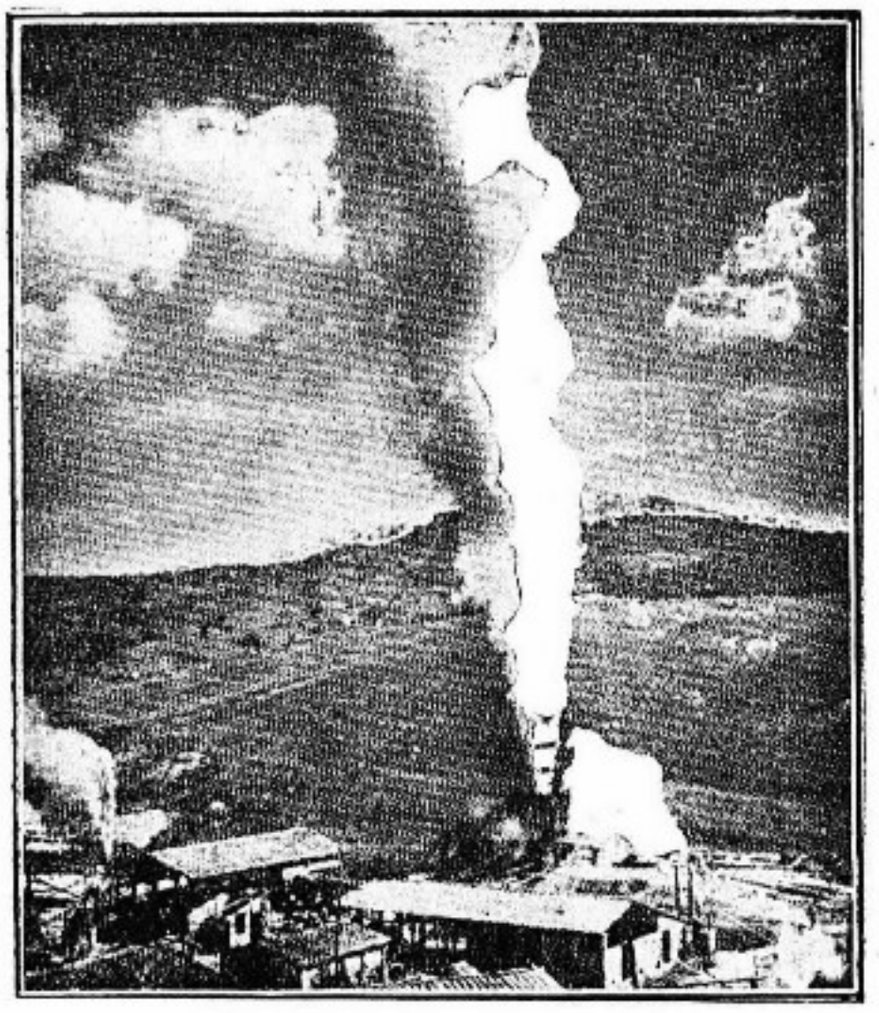


Fig. 2. — Le gros forage de Sarrazzano.

celle de ces sondages où l'on avait à redouter des accidents inconnus ailleurs. Aujourd'hui, grâce à tous les perfectionnements apportés les uns après les autres, on obtient des résultats réellement remarquables : on fonce couramment à 300 mètres de profondeur et plus, avec des diamètres de 30 à 40 centimètres.

Les débits de vapeur, qui, il y a quelques années, paraissaient énormes avec 50.000 à 60.000 kilogrammes à l'heure ont aujourd'hui atteint des chiffres 3 à 4 fois plus grands.

Deux forages récents à Larderello, dénommés « Soffionissimo » tellement était formidable le bruit qu'ils faisaient pendant les jours qui se sont écoulés entre leur explosion et leur captage par des vannes *ad hoc* (ce bruit s'entendait à plus de 25 kilomètres à la ronde), donnent chacun de 180.000 à 200.000 kilogrammes de vapeur à l'heure, sous pression absolue de 3 à 4 atmosphères. Un autre sondage, situé à Sarrazzano donne également 200.000 kilog. à l'heure, mais avec 5 atmosphères de pression minimum.

La totalité de vapeur que produisent globalement tous les forages achevés, est de l'ordre de 1 million de kilogrammes à l'heure, permettant de tripler au moins la puissance actuelle des usines qui est de 12.000 KW. environ.

Les premières turbines employées ne prévoyaient pas l'alimentation directe, on se servait des vapeurs naturelles pour le chauffage de générateurs à tubes d'eau; celles qu'on a installées après la certitude de gros débits sous haute pression, sont à introduction directe dans des appareils à contrepression; un système ingénieux de lavage de la vapeur de décharge permet de récupérer presque la totalité de l'acide borique contenu.

Les études incessantes qu'on a faites de la région des « Soffioni » ont prouvé que ce singulier phénomène avait une origine unique et assez profonde. Comme, d'autre part, une vaste surface est encore vierge ou à peine entamée par la sonde, on peut compter sur des ressources considérables en vapeurs naturelles dont pourront disposer les futures centrales géothermiques de Toscane; si à cela on joint l'expérience déjà acquise pour porter à son maximum l'utilisation thermique sans nuire en rien à l'utilisation chimique, on peut prédire à cette zone italienne, un avenir industriel dont ce que nous voyons aujourd'hui n'est que le modeste début.

V. Charrin.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 2 octobre 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *P.-V. Jonesco* (transm. par M. Elie Cartan). — **Généralisation d'une équation de M. Goursat.**

THÉORIE DES FONCTIONS. — *J.-C. Vignaux* (transm. par M. E. Borel). — **Sur une généralisation de la sommation de M. Borel.**

MÉCANIQUE ONDULATOIRE. — *J. Salomon* (transm, par M. J. Perrin). — **Sur l'effet de conversion interne.**

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *E.-O. Lovett.* — **Sur le problème de deux corps, de masses variables.**

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Ch. Dufraisse* et *R. Chaux* (prés. par M. Delépine). — **Sur le mécanisme du choc, ou cognement dans les moteurs à combustion interne.**

ÉLECTRICITÉ. — *M. Anastassiadès* (prés. par M. P. Janet). — **Sur un nouveau redresseur à couche d'arrêt.**

L'étude a porté sur les propriétés d'un système formé de deux couches successives, l'une en CuS et l'autre en Cu^2S pressées entre deux électrodes en cuivre pur. Pour donner à la poudre de Cu^2S son maximum de résistivité, le Cu^2S pur a été fondu dans un four électrique, en le chauffant à 1030° pendant 45 minutes.

Le système étudié présente trois contacts parmi lesquels celui qui a le plus d'importance paraît être le contact Cu/Cu^2S, les contacts Cu/CuS et CuS/Cu^2S jouant un rôle secondaire.

SPECTROSCOPIE. — *Léon et Eugène Bloch.* — **Spectre d'étincelle du fer dans l'ultraviolet extrême.**

Le spectre a été photographié dans le domaine accessible au nouveau spectrographe à réseau tangent qui a déjà servi aux auteurs pour l'étude du cuivre, de l'or et de l'argent. Les mesures ont été faites par interpolation parabolique entre les raies du carbone, dont les longueurs d'onde ont été empruntées aux dernières publications d'Edlein.

Un tableau donne la liste des raies du fer.

RAYONS X. — *Y. Cauchois* et *H. Hulubei.* — (transm. par M. J. Perrin). — **Emission X caractéristique d'éléments à l'état gazeux. Raies faibles dans le spectre K du Krypton.**

Un tableau indique les résultats des mesures.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J.-E. Verschaffelt* (transm. par M. Le Chatelier . — **Sur le déplacement de l'équilibre par variation de masse.**

— *F. Hummel* (transm. par M. Urbain). — **Sur le sulfate manganeux.**

— *P. Rumpf* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur le titrage électrométrique des acides sulfureux, sélénieux et α-oxyalcoylsulfonique.**

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Rambaud* (transm. par M. Urbain). — **Action de PBr^3 sur les α-oxy-nitriles éthyléniques.**

Dans la réaction du tribromure de phosphore au sein de CCl^3 ou d'éther anhydre, on peut, par un traitement approprié, isoler une quantité importante d'acide popionique, dont la formation peut s'expliquer, si l'on suppose la formation préalable de cyanure de popionyle, suivie d'une hydratatation de ce nitrite cétonique. Les recherches de l'auteur ont eu pour but de vérifier l'exactitude de cette hypothèse.

— *Enderlin* (prés. par M. Delépine). — **Recherches sur les oxydes organiques dissociables: sur un deuxième isomère de l'oxytétraphénylrubrène.**

Le deuxième isomère, isolé par M. Enderlin, se forme régulièrement lorsqu'on agite une solution benzénique d'oxytétraphénylrubrène avec une solution d'acide fort, tel que l'acide sulfurique à 50 p. 100, l'acide chlorhydrique et d'autres.

L. Franchet.

Séance du 2 octobre

PÉDOLOGIE. — *V. Agafonoff.* — **Les sols rouges méditerranéens de France et leurs roches mères.**

La morphologie des sols rouges méditerranéens de France, leur composition chimique, leurs colloïdes; leur pH, l'étude de leurs complexes absorbants et des bases absorbées, ainsi que l'analyse thermique, nous conduisent à la conclusion que ces sols constituent un sous-type indépendant de la région méditerranéenne, très nettement différent, d'une part du type podzolique, d'autre part des types latéritiques rouges tropicaux et subtropicaux. Ce sous-type prend naissance sur des dolomies et sur des calcaires purs sous l'influence du climat méditerranéen.

BOTANIQUE. — *R. Dughi* (prés. par M. Mangin). — **La formation et le rôle des papilles scortéales chez les Lichens.**

Ce sont des isidies de nature spéciale qui font saillie sur le cortex supérieur des *Parmelia*; elles ont été étudiées chez *P. scortea* Ach. type et surtout chez sa variété *pastillifera* Harmand. où elles ont des dimensions plus grandes. Elles constituent un bourgeon lichénique complet, dont le thalle est, à l'origine, inversement orienté. Plus différenciées que les sorédies, elles donneront, par simple accroissement, de nouveaux thalles et constituent des corps de multiplication de première importance.

ZOOLOGIE. — *A. l'abbé* (prés. par M. Joubin). — **Les Oncidiadés, mollusques à silice.**

Ayant constaté l'existence de spicules siliceux chez deux espèces d'Oncidiadés, l'auteur les a retrouvés chez toutes les autres espèces qu'il a étudiées, avec une localisation variable. On trouve des cellues silicigènes dans les téguments, dans le revètement du pénis; les cellules cristalliniennes des yeux dorsaux des *Oncidium* ne sont probablement que des glandes silicigènes. La silice peut représenter environ un dixième du poids d'une Oncidie. Les Oncidiadés sont donc des Mollusques à silice, comme les autres Mollusques sont des animaux à calcaire. Ce fait biochimique important pose un nombre considérable de problèmes nouveaux.

PHYSIOLOGIE. — *Escher Desrivières, R. Faillie, Jonnard* et *Vial* (prés. par M. d'Arsonval). — **Réactions psychomotrices visuelles en relation avec l'éblouissement par projecteur d'automobile**

L'interposition d'une glace jaune exerce une protection efficace contre l'éblouissement; elle améliore les temps de réactions psychomotrices visuelles d'un observateur ébloui par un projecteur d'automobile.

— *E.-F. Terroine* et *Mlle G. Boy* (prés. par M. d'Arsonval). — **Les caractères distinctifs de la dépense azotée minima spécifique et du métabolisme protéique exogène.**

Etudes faites chez le Porc, le Lapin et le Rat. On doit distinguer la dépense azotée minima spécifique et la dépense azotée contingente; les déchets des deux catégories se distinguent en éléments différentiels (créatinine, créatine) et en éléments communs (urée, NH^3, etc.). La répartition des déchets de la dépense minima varie considérablement avec les espèces, tandis que celle des déchets des protéines alimentaires est à peu près identique chez toutes; il en est de même pour le coefficient d'oxydation protidique. Il y a supériorité du coefficient d'oxydation purique dans le métabolisme exogène. Le rejet ammoniacal est relativement abaissé quand on substitue un régime protéique au régime glucidique. Malgré la parenté chimique des deux corps, les excrétions respectives de créatinine et de créatine paraissent relever de processus physiologiques entièrement distincts; la créatine urinaire n'apparaît qu'avec l'introduction du régime protéique, tandis que le taux d'excrétion de la créatinine reste rigoureusement constant.

— *Mlle G. Pariset* (prés. par M. d'Arsonval). — **La formation synthétique de la créatine aux dépens des protéines tissulaires.**

La créatine urinaire est liée à l'existence d'une dégradation azotée non spécifique. La créatine se fait-elle aux dé-

pens des protéines de l'organisme comme aux dépens des protéines alimentaires? Les recherches entreprises montrent, par l'étude d'animaux morts d'inanition, qu'il y a eu incontestablement synthèse et que celle-ci n'a pu s'effectuer qu'aux dépens de certains déchets résultant de la rupture des protéines tissulaires. On ne peut admettre comme prouvée, une formation immédiate, alors qu'on ne peut douter de celle de la créatine aux dépens des protéines.

— *M^lle A. Rajzmann* (prés. par M. d'Arsonval). — **Valeur biologique comparée des protéines chez les diverses espèces animales.**

Dans la pratique, on peut procéder à la détermination de la valeur biologique d'une protéine (c'est-à-dire de son degré d'aptitude à satisfaire le besoin d'entretien, en dehors des faits de croissance et de reproduction) sur un mammifère quelconque. La nature des acides aminés, ainsi que leurs rapports relatifs sont les mêmes chez les diverses espèces mammifères; il en résulte que les capacités synthétiques de ces organismes sont les mêmes pour cette catégorie de substances.

— *H. Trimbach* (prés. par M. d'Arsonval). — **L'aptitude des diverses espèces animales à la cétonurie et à l'ammoniurie.**

Les diverses espèces mammifères présentent des aptitudes très différentes à fabriquer des composés cétoniques aux dépens de matériaux initiaux identiques; la production cétonique, rapportée à l'unité de poids, varie par exemple de 1 à 10 du veau chez le rat, soumis au même régime lacté. Pour une alimentation identique, l'intensité de l'ammoniurie varie aussi dans des proportions considérables. Il n'y a aucun parallélisme dans le classement des espèces, par rapport à la cétonurie d'une part, à l'ammoniurie de l'autre. L'intensité de l'ammoniurie est loin d'être réglée uniquement par la nature de l'alimentation et par la valeur du rapport, dans la ration, des générateurs d'acides aux générateurs de bases.

HISTOCHIMIE. — *A. Policard* (prés. par M. Mesnil). — **Les matières minérales fixes des éléments séminaux au cours de la spermatogénèse.**

Tous les noyaux des éléments séminaux du Rat, sauf les spermatides jeunes, renferment des quantités considérables de matières minérales fixes, mais pas de fer. Après les mitoses des spermatocytes paraissent se dérouler des processus spéciaux de remaniement et d'acquisition nouvelle de matières minérales nucléaires.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *G. Bertrand* et *G. Brooks*. — **Sur le latex de l'arbre à laque du Cambodge.**

Les arbres qui fournissent la laque du Cambodge appartiennent au genre *Melanorrhœa*, tandis que les laques du Tonkin, de la Chine, du Japon, sont fournies par le genre *Rhus*. Du latex d'un *Melanorrhœa laccifera*, traité par l'alcool, on a pu séparer deux substances principales : une sorte de gomme, soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool possédant toutes les propriétés de la *laccase*, et une substance oléagineuse, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool ayant, au premier examen, les caractères physico-chimiques du *laccol*. Cette substance oléagineuse est constituée surtout par un principe immédiat nouveau, le *moréacol*. Celui-ci diffère du laccol ($C^6H^3(OH)^2C^{16}H^{29}$) par un groupement CH^2 en plus et correspondrait à l'une des formules : $C^6H^3(OH)^2C^{17}H^{31}$ ou, plus probablement, $C^6H^2(OH)^2\begin{cases}CH^3\\C^{16}H^{29}\end{cases}$.

— *M. Volkonsky* (prés. par M. Mesnil). — **Sur l'assimilation des sulfates par les Champignons : euthiotrophie et parathiotrophie.**

Les essais ont porté sur 21 souches de Champignons cultivées sur un milieu dépourvu de soufre, sur un milieu dans lequel le soufre est sous la forme sulfate de potasse, sur un milieu où le soufre est sous la forme chlorhydrate de cystéine, enfin sur un milieu où se trouvent à la fois sulfate minéral et cystéine. Tous les Champignons se développent dans le milieu : sulfate+cystéine. Mais certains se développent en présence de sulfates (euthiotrophes), les autres seulement en présence de cystéine (parathiotrophes). Toutes les Saprolégniacées étudiées et elles seulement sont parathiotrophes et ne peuvent utiliser le soufre de l'ion SO^4. Il n'y a, dans la limite des espèces étudiées, aucun terme de passage entre les espèces euthiotrophes et parathiotrophes.

BACTÉRIOLOGIE. — *H. Violle* (prés. par M. Vincent). — **Du pouvoir bactéricide du ricinoléate de soude.**

L'action bactéricide du ricinoléate de soude est très inégale suivant les espèces microbiennes. Il ne détruit pas les bacilles ayant une affinité pour le tube digestif (typhiques, paratyphiques, entérocoque, etc...). Mais il est toxique pour les microbes qui se développent dans le pharynx, le naso-pharynx, les bronches, le tissu pulmonaire (méningocoques, bacilles diphtériques et tuberculeux, etc.) pour le gonocoque, pour la vaccine. Il tue les streptocoques, non les staphylocoques, ni les levures. Les méthodes cytophylactiques, dépourvues d'agressivité, constituent un pont jeté entre les méthodes aseptiques et antiseptiques.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE — *A. Sergent* (prés. par M. Mesnil). — **Un nouvel agent de transmission naturelle de la récurrente hispano-africaine : la tique du Chien (*Rhipicephalus sanguineus*).**

Dans des conditions naturelles, la fièvre récurrente hispano-africaine est transmise par piqûre, non seulement par des Argasinés du genre *Ornithodorus*, mais aussi par l'Ixodiné *Rhipicephalus sanguineus*.

— *J. Reenstierna* (prés. par M. Nicolle). - **Premiers résultats de traitement de la lèpre par un sérum expérimental.**

Après les injections de sérum, une réaction locale s'est présentée sur plusieurs des lésions lépreuses, ainsi qu'une certaine réaction générale, se manifestant par une température élevée de peu de durée. Aucune réaction aux points d'inoculation. On peut espérer que ce sérum constituera, au moins, un bon auxiliaire aux autres traitements.

M. Mascré.

Séance du 9 octobre 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *P.-J. Myrberg* (transm. par M. Hadamard). — **Sur une représentation nouvelle des fonctions automorphes.**

— *B. Hostinsky* (prés. par M. Hadamard). — **Sur une équation fonctionnelle qui se présente dans la théorie des équations linéaires aux dérivées partielles du type hyperbolique.**

— *A.-D. Michal* et *A.-H. Clifford* (prés. par M. H. Villat). — **Fonctions analytiques implicites dans dee espaces vectoriels abstraits.**

ARITHMÉTIQUE. — *S. Iyanaga* (prés. par M. Hadamard). — **Sur un lemme d'arithmétique élémentaire dans la démonstration de la loi générale de réciprocité.**

THÉORIE DES GROUPES. — **Sur le groupe des permutations de la suite des nombres naturels.**

ÉLASTICITÉ. — *V. Valcovici* (prés. par M. H. Villat). — **Sur l'équilibre d'un solide appuyé sur une surface élastique.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *A. Gay* (transm. par M. H. Villat . — **Mouvement plan du liquide parfait incompressible.**

AÉRODYNAMIQUE EXPÉRIMENTALE. — *J. Valensi* (transm. par M H. Villat). — **Sur la mesure des vitesses instantanées en amont d'une hélice.**

HYDRAULIQUE. — *C. Camichel, L. Escande* et *P. Dupin.* — **Remarques sur certains phénomènes de constructions latérales dans les barages.**

SÉISMOLOGIE. — *Ch. Maurain* et *C.-E. Brazier.* — **Sur le tremblement de terre du 3 octobre 1933.**

Le remblement de terre qui le 3 octobre, vers 7 h. 55 m. a été ressenti à Paris, et plus encore dans le Loiret, a été enregistré aux séismographes du Parc Saint-Maur. Les premières ondes paraissent avoir été marquées à 7 h. 54 m. 33 s., les secondes à 7 h. 54 m. 46 s., les ondes longues à 7 h. 55 m. 6 s. L'amplitude des mouvements horizontaux a été, pour les ondes longues 27 microns dans la direction N.S. et 17 microns dans la direction E.W.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *A. Dauvillier* (prés, par M. M. de Broglie). — **Enregistrement photoélectrique continu des aurores polaires.**

L'auteur décrit l'appareil qui, au Scoresby Sund, lui a servi, au cours de l'Année polaire à enregistrer des aurores visibles et non visibles. Il espère, en outre, parvenir à enregistrer les variations de l'aurore permanente observable sur toute la terre et dont l'importance théorique semble très grande.

MÉTÉOROLOGIE. — *M. L. Besson* (prés. par M Ch. Maurain). — **Influence des fumées de Paris sur la transparence de l'air à la périphérie et dans les environs de la ville.**

L'auteur examine comment varie la visibilité en un point de la périphérie de la ville ou en un point de la banlieue, suivant la direction du vent régnant. *A priori*, on pouvait prévoir que la visibilité est minimum lorsque le vent vient du centre de l'agglomération urbaine, à cause des fumées, mais il a paru utile de vérifier l'existence de cette variation et de chercher à en mesurer l'amplitude.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *F. Vlès* et *Gex* (transm. par M. d'Arsonval). — **Sur une réaction physico-chimique se modifiant d'après la connexion électrique avec le sol.**

Les lames de certains métaux mises en contact avec de l'argent colloïdal provoquent une floculation lente de celui-ci. Reprenant l'étude de cette réaction, signalée en 1912 par Philippson, l'auteur montre qu'elle peut évoluer de façon inégale quand la lame de métal est connectée ou non avec le sol.

ÉLECTRICITÉ. — *P. Jolivet* (prés. par M. P. Janet). — **Génératrice électrostatique autoexcitatrice à charges résiduelles à polarité invariable ou non, à volonté.**

L'auteur décrit de nouvelles machines dont l'étude est basée sur les travaux exposés antérieurement par M. Chaumat dans *C. R.*, 1929, pp. 1096, 1232, 1490, 1546.

MAGNÉTISME. — *G. Grenet* (prés. par M. Ch, Maurain). — **La théorie des poudres ferromagnétiques et la susceptibilité magnétique des roches.**

— *G. Foëx* (transm. par M. P. Weiss). — **La susceptibilité des solutions paramagnétiques.**

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *A. Leauté* (transm. par M. G. Charpy). — **Sur le vieillissement des revêtements à base de goudron.**

Les résultats obtenus confirment que les poudres de charbon riches en matières volatiles exercent sur les goudrons, au sein desquels elles sont mises en suspension, une action restreignant l'évaporation et le vieillissement et, par cela même, confèrent au revêtement des propriétés voisines de celles des bitumes.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J.-E. Verschaffelt* (transm. par M. Le Chatelier). — **La loi du déplacement de l'équilibre chimique.**

— *W. Graff* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Analyse thermique du système chlorhydrique-trichlorure de base.**

L'analyse thermique des mélanges de chlorure de bore et d'acide chlorhydrique a montré qu'il n'existait aucune combinaison entre ces deux corps.

— *Mlle S. Veil* (prés. par M. G. Urbain). — **Diffusion discontinue au sein de la gélatine.**

Au sein d'un gel tel que la gélatine, un électrolyte donné diffuse suivant un mode qui lui est propre. Dans ces conditions et indépendamment des réactions chimiques éventuelles avec le milieu lui-même, on peut considérer comme caractère analytique d'un électrolyte la figure de diffusion obtenue par la méthode très simple et très directe décrite par l'auteur.

COLLOIDES. — *H. Muraour* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur les causes de la disparition progressive de la diphénylamine dans les poudres colloïdales.**

La disparition de la diphénylamine dans une poudre colloïdale peut avoir pour cause soit une acidification, due par exemple à l'utilisation d'un coton poudre insuffisamment lavé à chaud, soit une oxydation lente de la diphénylamine en présence d'un catalyseur.

CHIMIE ANALYTIQUE. — *G. Schuster* (prés. par M A. Béhal). — **Contribution à la recherche des falsifications du beurre de cacao. La détermination de l'indice d'acidité azélaïque.**

L'indice d'acidité azélaïque permet de déterminer le pourcentage de la falsification du beurre de cacao dans le cas de mélange simple avec le beurre de karité; dans le cas de mélanges plus complexes, il peut servir à déceler la falsification.

— *Fr. Hahn* (prés. par M. Urbain). — **Sur une réaction très sensible de l'acide borique étudiée à propos d'un problème biochimique.**

Dans un mélange de solutions isoalcalines d'acide borique et d'un composé polyhydroxylé, susceptible de se combiner à l'acide borique, le *p*H du mélange doit être plus faible que celui des liqueurs primitives, un acide complexe plus fort que l'acide borique prenant naissance. En raison de l'intérêt biologique de cette réaction, l'auteur a fait une étude de sa sensibilité et il en expose les résultats.

CHIMIE MINÉRALE. — *A. Perret* et *R. Perrot* (prés. par M. Urbain). — **Catalyse et transformation des cyanure alcalino-terreux en cyanamides.**

CHIMIE APPLIQUÉE. — *J. Maroger* et *G. Mourier-Malouf* (prés. par M. d'Ocagne). — **Nouvelles remarques sur la reconstitution de la technique picturale de Jean van Eyck.**

La technique picturale de Jean Van Eyck repose comme l'ont montré précédemment les auteurs, sur l'emploi d'une huile résinée émulsionnée dans une eau gommée. Ce produit à l'état sec est transparent et se présente microscopiquement comme constitué par une infinité de petites gouttelettes oléo-résineuses superposées qu'agglomère la matière sensibilisatrice également transparente. Il y a ainsi une juxtaposition de deux systèmes optiques différents : l'un continu, l'autre discontinu, ayant chacun son indice de réfraction propre.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Rambaud* transm. par M. Urbain), — **Etude des α chlorures vinylacétiques.**

— *J. Hoch* (prés. par M. Delépine). — **Méthode générale de préparation des di et triarylacétonitriles.**

$$\begin{matrix} Ar \\ Ar' \end{matrix}\!\!\rangle CH—CN \text{ et } \begin{matrix} Ar \\ Ar' \\ Ar'' \end{matrix}\!\!\rangle C—CN$$

— *G. Lévy* (prés par M. Béhal). — **Préparation d'un nouvel éthylnaphtol.**

Il s'agit d'un nouveau naphtol de l'α-éthyl-naphtalène.

MINÉRALOGIE. — *J. Orcel* et *S. Caillère*. — **L'analyse thermique différentielle des argiles à mont morillinitte (bentornites).**

L. Franchet.

BIOLOGIE VÉGÉTALE. — *L. Daniel*. — **Sur les curieuses variations des descendants de l'*Helianthus Dangeardi* à la sixième génération.**

D'un Topinambour greffé sur le Soleil annuel, on obtient exceptionnellement des graines. L'*Helianthus Dangeardi* né de ces graines a donné lui-même des graines fertiles. A la sixième génération, les descendants montrent une extrême variabilité ; certains descendants de l'épibiote possèdent quelques caractères spécifiques du Soleil ; il apparaît aussi des caractères inconnus chez la variété primitive et rappelant ceux d'espèces de genres voisins ; ces caractères sont transmis par l'hérédité. Tous ces faits appuient les idées de Lamarck sur l'action des milieux ; ils sont une preuve de plus de l'existence du *greffage créateur* et du parti qu'on peut tirer de l'emploi rationnel de ce procédé combiné avec une sélection systématiquement dirigée.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *P. Becquerel*, (prés. par M. Mangin). — **Croissance des Mousses dans une atmosphère qu'elles ont constitué.**

Des Mousses sont introduites dans des tubes stérilisés, renfermant un liquide nutritif minéralisé stérilisé. On fait le vide et on scelle ; les Mousses, dans cette atmosphère de vapeur d'eau, se développent à la lumière diffuse ; elles vivent facilement en anaérobiose dans la vapeur d'eau jusqu'à ce qu'elles constituent, avec l'aide de l'assimilation chlorophyllienne, une atmosphère respirable. Elles engendrent de l'oxygène et de l'azote et, à partir de ce moment, elles vivent dans une atmosphère confinée. De nouvelles expériences élucideront le mécanisme de production de cette atmosphère.

HISTOLOGIE VÉGÉTALE. — *P. Martens* (prés. par M. Dangeard). — **Origine et rôle des plissements superficiels sur l'épiderme des pétales floraux.**

Le plissement de la cuticule résulte de la production momentanément excessive de substance cuticulaire ; les divers aspects qui se succèdent sur l'épiderme indiquent un déséquilibre passager entre deux activités : l'accroissement en surface de la paroi cellulosique d'une part, celui de la cuticule d'autre part. L'orientation des reliefs primitif et définitif provient de l'allongement de la cellule. La cuticule ne manifeste, aux stades les plus précoces, qu'une adhérence à peu près nulle vis-à-vis des parois qu'elle recouvre ; elle s'accentue par la suite. La cuticule résulte d'une sécrétion de substance en dehors des parois cellulosiques, substance semi-liquide au moment de sa formation et ne se « prenant » que plus tard en une pellicule ferme, susceptible de se plisser.

BACTÉRIOLOGIE DU SOL. — *G. Truffaut* et *M. Lefouin* (prés. par M. Mangin). — **De l'influence de la microflore du sol sur la végétation du blé.**

L'étude de la micropopulation du sol montre l'influence des fumures et des cultures antérieures. Les plantes supérieures telles que le blé, par le fait de leur végétation, augmentent considérablement la micropopulation du sol ; dans les terres maintenues en jachère nue, la micropopulation est inférieure d'un tiers. L'énergie solaire passe en partie dans les excrétions radiculaires. Elle intensifie le pullulement bactérien. La lyse des cadavres de ces bactéries paraît assurer une partie de l'alimentation des blés, par les éléments minéraux qu'elle libère. Il en résulte que la flore bactérienne du sol non saprophyte joue un rôle considérable dans la nutrition des plantes supérieures.

HISTOIRE DES SCIENCES. — *A. Chevalier* (prés. par M. Costantin). — **Adanson mutationniste et évolutionniste.**

Après avoir admis la non-fixité des espèces végétales et la possibilité de leur transmutation sous l'influence du milieu, ou à la suite d'hybridations, Adanson changea d'opinion. Il considère que les exemples cités comme des changements d'espèces ou comme des formations de nouvelles races constantes ne sont que des variétés ou des monstruosités et conclut que la transmutation des espèces n'a pas lieu dans les plantes non plus que dans les animaux. Les changements produits par divers facteurs sont maux. Les changements produits par divers facteurs sont héréditaires. Adanson eut le premier la notion des petites espèces, ou espèces jordaniennes. Convaincu de l'existence d'un enchaînement des familles, des genres, des espèces animales ou végétales, masqué parfois par la disparition ou l'ignorance dans laquelle nous sommes des êtres intermédiaires. Adanson est très en avance sur les naturalistes de son temps.

ELECTROPHYSIOLOGIE. — *G. Bourguignon* (prés. par M. d'Arsonval). — **Interprétation des sensibilités thermique et douloureuse à l'aide des chronaxies sensitives cutanées normales et de leurs variations dans la syringomyélie.**

La sensation thermique apparaît comme une sensation différentielle, résultant du fonctionnement simultané des corpuscules de Meissner et des terminaisons libres intra-épithéliales. La sensation douloureuse et de fourmillement est le fait exceptionnel de l'excitation isolée des corpuscules de Meissner ou de leurs fibres nerveuses, l'excitation isolée des terminaisons libres intra-épithéliales ne donnant qu'une sensation de chaleur ou de brûlure. Cette théorie est prouvée expérimentalement par l'étude de la syringomyélie ; elle rend compte de tous les faits difficiles à expliquer observés en clinique et en physiologie normale et pathologique.

PHYSIOLOGIE. — *H. Vignes* et *M. Lévy* (prés. par M. Desgrez). — **Equilibre acide-base et grossesse.**

Chez les femmes enceintes, l'examen du sang près du terme de la grossesse révèle une forme d'alcalose gazeuse. On constate une augmentation du *p*H, une diminution du

rapport du chlore des globules rouges au chlore plasmatique, une diminution du CO^2 plasmatique. Cette forme d'alcalose se retrouve dans l'hyperpnée et l'hyperexcitation du centre respiratoire.

CHIMIE PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *J. Basset, M. Machebœuf* et *G. Sandor* (prés par M. Roux). — **Etude sur les effets biologiques des ultra-pressions. Action des pressions très élevées sur les protéides.**

Soumis à l'action d'une pression suffisante, le sérum sanguin est gélifié (13.500 atmosph.); la durée de l'expérience a une influence nette quoique légère. En soumettant séparément aux ultra-pressions des solutions de sérum-globulines et des solutions de sérum-albumines, on constate que seules les globulines subissent la gélification et que la réaction du milieu influe sur le phénomène. Cette coagulation par pression n'est pas due à une réaction chimique. Elle paraît due à des phénomènes physiques : déshydratation irréversible ou modification irréversible de l'arrangement spatial des chaînes peptidiques. En tout cas, les protéides pressées conservent intactes la grande majorité au moins de leurs fonctions polaires. On recherche actuellement si la pression modifie la spécificité antigénique des protéides.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. *C. Levaditi, G. Hornus, A. Vaisman* et *R. Schœn* (prés. par M. Roux). — **Présence du virus syphilitique dans l'ovaire des souris syphilisées par voie sous-cutanée.**

Le virus syphilitique peut être décelé dans l'ovaire des souris blanches syphilisées depuis 165 jours, alors qu'au même moment, il paraît absent de l'organe germinatif mâle. Ces constatations sont à rapprocher de la présence du *Treponema pallidum* dans les ovocytes des nouveaunés hérédo-syphilitiques.

M. Mascré.

NOUVELLES

Laboratoire d'Anatomie du Muséum d'Histoire Naturelle. — Au cours d'un dîner offert à M. Antoine Wacquet, à l'occasion de sa mise à la retraite, le Professeur Anthony retraçant les services rendus, par son assistant, au Laboratoire d'Anatomie comparée du Muséum, a rappelé la situation inquiétante dans laquelle se sont trouvées, il y a une trentaine d'années, les très importantes et si riches collections du Laboratoire, constituées en vue des recherches et auxquelles tant d'anatomistes, français et étrangers, doivent leur formation.

« Nos collections de recherches, a dit M. Anthony, qui comprennent aujourd'hui des milliers et des milliers de pièces, nous pouvons dire, et nous pouvons même le dire, sans craindre d'être démentis, à ceux qui s'imaginent que nos organisations scientifiques sont toujours au-dessous de celles de l'étranger, nous pouvons dire quelles sont uniques au monde, tout à la fois par leur étendue, leur variété, l'ordre qui y règne, l'exactitude de leur détermination. Les anatomistes de tous les pays savent qu'ils sont obligés d'y avoir recours, parce qu'ils trouvent ici ce qu'ils ne trouveraient jamais chez eux. Et nous avons tous conscience de ce que c'est grâce à elles qu'a pu être entreprise, en ces dernières années, dans le vieux laboratoire de Cuvier, l'étude de quelques-unes des grandes questions anatomiques qui restaient encore à résoudre. Si nos collections n'avaient point été ce qu'elles sont, certes nous eussions pu travailler dans ce laboratoire, et même beaucoup travailler, mais faire seulement, et j'y insiste, des recherches d'Anatomie zoologique, étudier successivement des questions limitées sans lien les unes avec les autres, sans aucune portée générale, jamais mon ami de Santa Maria et moi nous n'eussions pu entreprendre les recherches qui, complétant celles de William Turner, de Moritz Holls et d'Elliot Smith achèvent de nous donner, je crois, la clef de la morphologie néopalléale des mammifères; jamais le professeur Kiss de l'Université de Szeged n'eut pu, avec son assistant le Dr Botar qui, maintenant fait partie de notre personnel, tant il y a longtemps qu'il travaille chez nous, régler, comme il l'a fait, la question du système sympathique, nous donnant ainsi le seul grand chapitre qui restait à faire de l'Anatomie humaine; jamais enfin, notre jeune collègue, le Dr Friant, n'eut pu établir sa théorie dentaire de la multituberculie qui, nous le voyons déjà nettement, est destinée à transformer la Zoologie mammalienne et jette un jour nouveau sur la Paléontologie. Nous n'eussions pu rien faire de cela, parce que pour le faire, il nous fallait des collections bien ordonnées, étendues et d'une détermination certaine. Ces collections, c'est à Wacquet que nous les devons. Nous pouvons donc tous proclamer qu'il a été le premier collaborateur, le collaborateur, indispensable et le plus intime de tout ce que nous avons fait. Nous pouvons même dire plus : si les travaux qui sont sortis de cette chaire en ces dernières années ont contribué à remettre l'Anatomie comparée à sa place d'honneur dans l'Enseignement supérieur français; si dans nos Facultés de Médecine, à Toulouse, avec Vallois, à Bordeaux avec Villemin, existent aujourd'hui des centres actifs d'Anatomie scientifique, ne devons-nous pas reconnaître qu'en grande partie, c'est à Wacquet que nous le devons ? ».

Société d'Etudes Ornithologiques. — Cette nouvelle Société vient de se constituer à Paris. Conçue et réalisée, dans un esprit différent de celui qui prévaut dans la plupart des associations similaires, la *S. E. O.*, dont l'organe sera la la revue trimestrielle *Alauda*, si connue et appréciée de quiconque s'intéresse aux oiseaux, est une sorte d'Académie, qui ne pourra s'accroître, à partir de ses cinquante membres fondateurs, que de quinze membres nouveaux par an, agréés à l'unanimité du Conseil.

Les séances de la *S. E. O.* ont lieu, mensuellement, au Laboratoire de Biologie Expérimentale de la Sorbonne, 1, rue Victor Cousin, Paris, (5e). Pour toutes demandes, s'adresser, soit à M. Heim de Balsac, 34, rue Hamelin, Paris (16e); soit à M. Henri Jouard, 3, Boulevard Carnot, Dijon (Côte-d'Or).

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. G. Gamow, de l'Institut Physicomathématique, de l'Académie des Sciences d'U. R. S. S., fera quatre Conférences sur le sujet suivant : « *Les idées actuelles sur le noyau atomique* ».

Ces Conférences auront lieu à l'Institut Henri Poincaré, Amphithéâtre Darboux, les 14, 16, 21 et 23 novembre, à 17 h. 30.

— M. Bancelin, Ingénieur aux Chemins de fer de l'Etat, fera le jeudi à 11 heures, à partir du 11 novembre, un cours libre à l'Amphithéâtre de Chimie, 11, rue Pierre-

Curie, sur le sujet suivant : « *Sidérurgie, Analyse et Essais industriels des métaux* ».

— MM. Goursat, Wallerant, Péchard, Guillet et Freundler, Professeurs à la Faculté des Sciences, sont nommés Professeurs honoraires.

— *Institut d'Ethnologie. — Année scolaire* 1933-1934. — Les Cours communs aux diplômes et certificats d'Ethnologie (Facultés des Sciences et Faculté des Lettres) ont commencé le 16 novembre, à l'Amphithéâtre de l'Institut de Géographie, 191, rue Saint-Jacques.

Les Travaux pratiques, obligatoires pour les deux certificats, sont également commencés.

Voir pour les Cours et les Travaux pratiques, l'affiche spéciale.

Université de Caen. — *Faculté des Sciences.* — M. Bizot, Professeur de Géologie est nommé Professeur honoraire.

Université de Lille. — *Faculté des Sciences.* — La chaire de Chimie analytique est transformée en chaire de Physique expérimentale. M. Cau est nommé Professeur titulaire de la dite chaire.

— La chaire de Mathématiques générales est transformée en chaire de Chimie analytique et agricole. M. Jounieaux est nommé Professeur titulaire de ladite chaire.

— M. Gambie, Professeur de Mathématiques générales est transféré dans la chaire de Calcul différentiel et intégrale.

— La chaire de Physique expérimentale et radiotélégraphie est transformée en chaire de Radiotélégraphie. M. Lambrey est nommé titulaire de la nouvelle chaire.

Université de Clermont. — *Faculté des Sciences.* — M. Jung est nommé Professeur de Géologie et de Minéralogie, en remplacement de M. Dangeard.

Université de Rennes. — M. Lecaut est nommé Professeur de Mécanique rationnelle et appliquée, en remplacement de M. Le Roux.

Université d'Alger. — *Faculté des Sciences.* — MM. Rose et Kilian, Professeurs sans chaire sont nommés Professeurs à titre personnel.

Ecole Préparatoire de Médecine et de Pharmacie de Caen. — Un concours pour l'emploi de Professeur suppléant des chaires de Clinique chirurgicale et de Clinique obstétricale, s'ouvrira le 15 juin 1934, devant la Faculté de Médecine de Paris.

Le registre des inscriptions sera clos un mois avant l'ouverture du concours.

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Cours de Mécanique Rationnelle, par Jean Chazy, Chargé de cours à la Faculté des Sciences de Paris. Tome I. Dynamique du point matériel. In-8° de 392 pages avec figures. Gauthier-Villars, Paris, 1933. — Prix : 70 francs.

Ce cours développe la première partie du programme de Dynamique exigé pour le certificat de Mécanique Rationnelle à la Faculté des Sciences de Paris. L'exposition en est extrêmement soignée et accessible à un étudiant empêché de suivre les cours. L'auteur a simplifié les écritures en introduisant les notations vectorielles, il a précisé la question du mouvement d'un projectile avec résistance de l'air, développé l'étude des trajectoires sous l'action d'une force centrale fonction de la distance, insisté sur les lignes géodésiques d'une surface.

L'ouvrage renferme, en outre, les énoncés des épreuves proposées aux neuf dernières sessions du certificat.

G. Bouligand.

Hydrodynamics, par Sir Horace Lamb, Professeur à l'Université de Manchester, 6e édition. In-8° de 738 pages avec figures. Cambridge University Press, 1932. — Prix : 45 sh.

Cet important ouvrage, qui remonte à 1879, paraît aujourd'hui pour la sixième fois, en cette époque où les besoins de l'aéronautique multiplient les recherches se rapportant aux diverses parties de l'hydrodynamique. C'est pour cela que la présente édition est par avance destinée à un succès dépassant encore celui des précédentes.

Le plan général a subsisté, mais les acquisitions modernes d'une réelle importance ont été soigneusement enregistrées, et la bibliographie, considérablement accrue, permet au lecteur de retrouver les travaux anciens ou récents. C'est pourquoi l'ouvrage reste et restera longtemps un élément essentiel de la documentation dans ces difficiles questions, et cela pour un champ très large, touchant par exemple à la cosmogonie et à la géodésie par les développements sur les figures d'équilibre d'une masse fluide en rotation.

Pour qui considère l'Hydrodynamique du point de vue purement mathématique, il pourrait sembler que des théories modernes comme celle des équations intégrales ou plus généralement celles qui procèdent du Calcul fonctionnel étaient en droit de trouver dans cet exposé une plus large place. Mais il faut bien reconnaître que si ces méthodes nouvelles permettent d'unifier les démonstrations d'existence, elles ajoutent bien peu de chose aux solutions susceptibles de se déterminer exactement, et par là même de nous apporter des informations précises. Et le livre se tourne de préférence vers ces solutions qu'il s'efforce de rapprocher de l'aspect réel des phénomènes.

Aussi l'auteur, en enrichissant progressivement son exposé, s'est-il interdit de l'encombrer de considérations purement formelles, en se tournant seulement vers l'explication de faits dûment observés. C'est ainsi qu'il donne place aux files de tourbillons de von Karman, et au point de vue correspondant, en matière de résistance opposée par le fluide à l'avancement d'un solide. Les influences exercées par la viscosité, la capillarité ou la compressibilité sur divers phénomènes étudiés à partir du liquide parfait, premier stade des approximations, sont décrites avec précision, et le caractère de l'exposé se concilie par avance avec les desiderata des expérimentateurs.

C'est pourquoi l'œuvre du savant professeur de Manchester paraît appelée à demeurer pendant une période très longue, la synthèse la plus fréquemment consultée.

G. Bouligand.

Essai sur la chimie comparée, par M. Ionel N. Longinescu, Docteur ès-sciences. In-8° de 100 pages. Les Presse Universitaires de France, Paris.

On parle beaucoup, à l'heure actuelle, des essais qui sont tentés en vue de constituer, sur les bases de la méca-

nique ondulatoire, une véritable chimie mathématique dans laquelle les propriétés des éléments pourraient être prévues d'après la constitution de leurs atomes et dont l'ensemble formerait un tout parfaitement cohérent et ordonné. Nous sommes encore loin d'avoir atteint un tel idéal, toutefois, il n'est pas douteux que la plupart des traités de chimie minérale ne tiennent pas suffisamment compte des analogies qui existent entre les divers corps simples et les combinaisons qu'ils forment entre eux.

Or, qui ne conçoit l'intérêt que présente la mise en relief de ces analogies tant pour l'enseignement que pour l'orientation rationnelle des recherches. M. Georges Urbain a plusieurs fois attiré l'attention sur l'utilité d'une chimie comparée qui serait celle des bonnes analogies chimiques. On ne peut que féliciter M. Ionel N. Longineseu de s'être engagé résolument dans cette voie. L'ouvrage qu'il vient de publier concerne les corps simples, métalloïdes et métaux, dont il expose les propriétés en les groupant suivant les familles naturelles que fait apparaître la classification de Mendeljeff. On ne trouvera, dans ce livre, aucune de ces préparations sous forme de recette, aucune de ces listes de propriétés qui semblent isolées, aucune considération sur les applications pratiques, mais seulement un exposé mettant en relief ce qui rapproche et ce qui différencie les éléments d'un même groupe. Un tel exposé suppose, de la part de l'auteur, un grand effort de synthèse dont lui sauront gré les étudiants et les professeurs de l'enseignement secondaire, à qui ce livre nous paraît tout particulièrement destiné.

A. Bc.

A propos du centenaire des découvertes de Michel Faraday, 1831-1931. In-8° de 244 pages. *Société française des Electriciens*, 8, avenue Pierre-Larousse, Paris.

En 1931 a eu lieu, à Londres, la célébration du centenaire de la découverte, par l'illustre physicien anglais Michel Faraday, du phénomène de l'induction d'où est sorti le magnifique développement de la science électrique et ses innombrables applications. Des études ont été consacrées par les représentants les plus éminents de la science anglaise aux divers aspects de la vie et de l'œuvre du génial inventeur. Ce sont ces études que la Société française des Electriciens a eu l'heureuse idée de réunir et de publier dans leur traduction française en les faisant précéder d'une conférence de M. Chaumat sur la vie et l'œuvre de Michel Faraday. On trouvera dans l'ouvrage que nous signalons de remarquables études d'Ostwald, de Lord Rutherford, de Bragg, de Magie, de J.-J. Thomson, de Thornton, de Sir Oliver Lodge, de Sir Robert Hadfield, de Marconi, de Mac Lennan, de Zeeman, etc., et leur ensemble donne la plus vivante image du savant génial à qui la physique et la chimie doivent tant de découvertes fondamentales dans les domaines les plus variés et qui resta jusqu'au bout à la fois simple, modeste et d'une inépuisable bonté.

A. Bc.

Les machines à courants continus. Caractéristiques, contrôle, applications, par R. Langlois-Berthelot. In-8° de XIV, 289 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris.

Dans cet ouvrage, l'auteur donne une monographie très complète, très claire et pleine d'aperçus originaux sur les dynamos à courant continu et sur leur fonctionnement comme génératrices et comme moteurs. Il envisage successivement : le corps et l'âme de la machine, les propriétés et les équations relatives au régime permanent, les machines classiques sur réseau à tension constante, les machines classiques en marche autonome, le calcul électrique d'une machine en régime variable, l'étude de divers schémas complexes, un certain nombre d'applications, le contrôle des machines, les caractéristiques, et il termine par une courte introduction à l'étude des machines à courants alternatifs et la comparaison entre la machine à courant continu et la machine à champs tournants.

Comme l'indique M. Paul Janet, dans la préface qu'il a écrite pour l'ouvrage : « L'œuvre n'était pas facile ; il fallait éviter deux écueils : ou se perdre dans des détails de construction et d'exécution ; ou au contraire, ne donner que des formules générales et théroiques sans intérêt pour le praticien. M. R. Langlois-Berthelot a su les éviter l'un et l'autre. Tout en restant élémentaire, il a tenu surtout à ne pas être superficiel ; j'estime que non seulement il y a réussi, mais que certaines parties de son ouvrage peuvent même intéresser l'homme du Bureau d'études ». Nous ne saurions rien ajouter à une appréciation aussi autorisée.

A. Bc.

Précis d'analyse biologique clinique, par Et. Barral, Professeur et Ph. Barral, Préparateur à la Faculté de Médecine et de Pharmacie de Lyon. *Deuxième édition*. Tome II : Sang. In-18° de 426 pages avec 95 figures et 3 planches en couleurs. Tome III : Liquide céphalo-rachidien, métabolisme basal, sucs digestifs, calculs et concrétion lait, fèces, expectorations, sueur, etc... In-18 de 363 pages avec 130 figures. J.-B. Baillière et Fils, Paris.

Les auteurs ont mis cette deuxième édition de leur excellent précis au courant des méthodes d'analyse les plus modernes. Cette mise à jour leur a imposé un travail considérable particulièrement dans ces deux volumes qui traitent de sujets qui ont fait des progrès considérables depuis une quinzaine d'années, soit que la chimique ait montré l'importance capitale de certaines déterminations, soit que les procédés de dosage ou de recherche concernant des éléments d'intérêt depuis longtemps établi aient été l'objet de grands perfectionnements. A ce point de vue je signalerai simplement les nombreuses micro et semi-micro méthodes qui ont considérablement accru les possibilités du laboratoire et la diversité ou la précision des renseignements qu'il fournit aux cliniciens.

Tel qu'il est, ce précis, rédigé dans un esprit vraiment pratique, rendra de réels services dans les laboratoires d'analyses médicales. Il sera également fort utile aux médecins à qui il permettra de mieux se rendre compte de la valeur de telle ou telle donnée et des difficultés ou des causes d'erreur propres à certains procédés analytiques. Je voudrais même voir beaucoup de jeunes praticiens parcourir très attentivement ces deux volumes, ne serait-ce que pour leur inspirer, au début de leur carrière, quelques remords d'avoir traité la chimie et la physique de sciences accessoires à une époque où la clinique et la thérapeutique ne cessent de les appeler à leur secours.

A. B.

REVUE SCIENTIFIQUE

REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME-TITULAIRE-A-L'OBSERVATOIRE-DE-PARIS

SECRÉTAIRE-GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 23 — 71e ANNÉE — 9 DÉCEMBRE 1933

LA TECHNIQUE DE LA TÉLÉVISION (1)

par R. BARTHÉLEMY
Ingénieur E.S.E.

Le principe général de la télévision consiste à balayer la scène à transmettre par un pinceau lumineux qui en éclaire successivement tous les éléments (fig. 1 et 2). La lumière diffusée par ces éléments agit sur un jeu de cellules photoélectriques qui modulent suivant l'intensité des flux lumineux qu'elle reçoivent, une émission d'ondes électriques perçues au poste récepteur. Ces ondes modulent à leur tour, par des procédés divers, l'émission lumineuse qui sera perçue par l'observateur. Le système de réception, simple en principe, auquel se rapporte les remarques techniques de M. Barthélemy, dans son article, consiste dans l'emploi d'une lampe au néon spéciale dont la surface lumineuse est une plaque rectangulaire d'assez grandes dimensions : 2 centimètres sur 3 par exemple. L'émission de cette surface varie d'intensité en obéissant à la modulation produite par les cellules photoélectriques du poste transmetteur. Le tableau lumineux formé par la plaque est examiné à travers un disque mobile percé de trous (fig. 3 et 4). Ces trous se trouvent sur une spirale et la rotation du disque permet, avec chaque trou, d'explorer une bande finie de l'image, selon un arc de cercle. Les bandes ainsi analysées sont contiguës et leur juxtaposition reproduit la surface totale de l'image. Chaque trou découvre le point du tableau lumineux correspondant au point de la scène frappé au même moment par le pinceau lumineux initial. La persistance des impressions lumineuses sur la rétine permet à l'observateur de percevoir l'image complète recouvrant le tableau.

Le disque mobile, portant des trous en spirale et utilisé à l'émission et à la réception aussi bien pour l'analyse de la scène à reproduire que pour celle du tableau image, s'appelle « disque de Nipkow », du nom de son inventeur.

Afin d'augmenter la quantité de lumière passant par les trous, on a proposé (Marcel Brillouin, 1890) de munir le disque de lentilles appropriées remplaçant les trous. On obtient ainsi le disque à lentilles, en usage courant aujourd'hui.

L'analyse d'une surface par un pinceau lumineux s'effectue également par le déplacement d'un tambour, muni de miroirs à sa périphérie et réfléchissant un faisceau concentré préalablement par une lentille fixe. L'exploration est faite ainsi par lignes parallèles pour un calage approprié des miroirs. C'est le tambour imaginé par Lazare Weiler (1882).

N'est-il pas encore trop tôt pour parler de la technique de cette science nouvelle ? Si cette expression est justifiée en ce qui concerne des applications très modernes de l'électricité, comme le cinéma parlant ou la radiophonie, n'est-ce pas un peu prématuré de vouloir définir des méthodes générales, complétées par une documentation théorique et expérimentale, qui doivent former des bases stables, et constituer le bagage de l'ingénieur spécialiste.

Il est certainement bien tôt ; nous venons, en effet, d'employer le mot « stable » — et il est indéniable que la télévision, à peine éclose du laboratoire, ne s'est pas encore « stabilisée » de telle façon qu'on puisse, avec quelque sécurité, indiquer des règles précises pour sa tech-

(1) Conférence faite à l'Ecole des Arts et Métiers, le 27 février 1933.

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

nique — on risquerait d'être complètement « déphasé » dans quelques mois.

Une idée générale, toutefois, domine le problème et nous ne pensons pas, malgré quelques artifices proposés, qu'on puisse l'éliminer de si tôt, c'est celle de la *vitesse* ; la technique de la télévision est, avant tout, la technique des analyses à grande vitesse et la technique des oscillations rapides. Le fait d'envoyer dans l'espace des signaux *successifs* correspondant à tous les *détails* d'une scène explorée quinze ou vingt

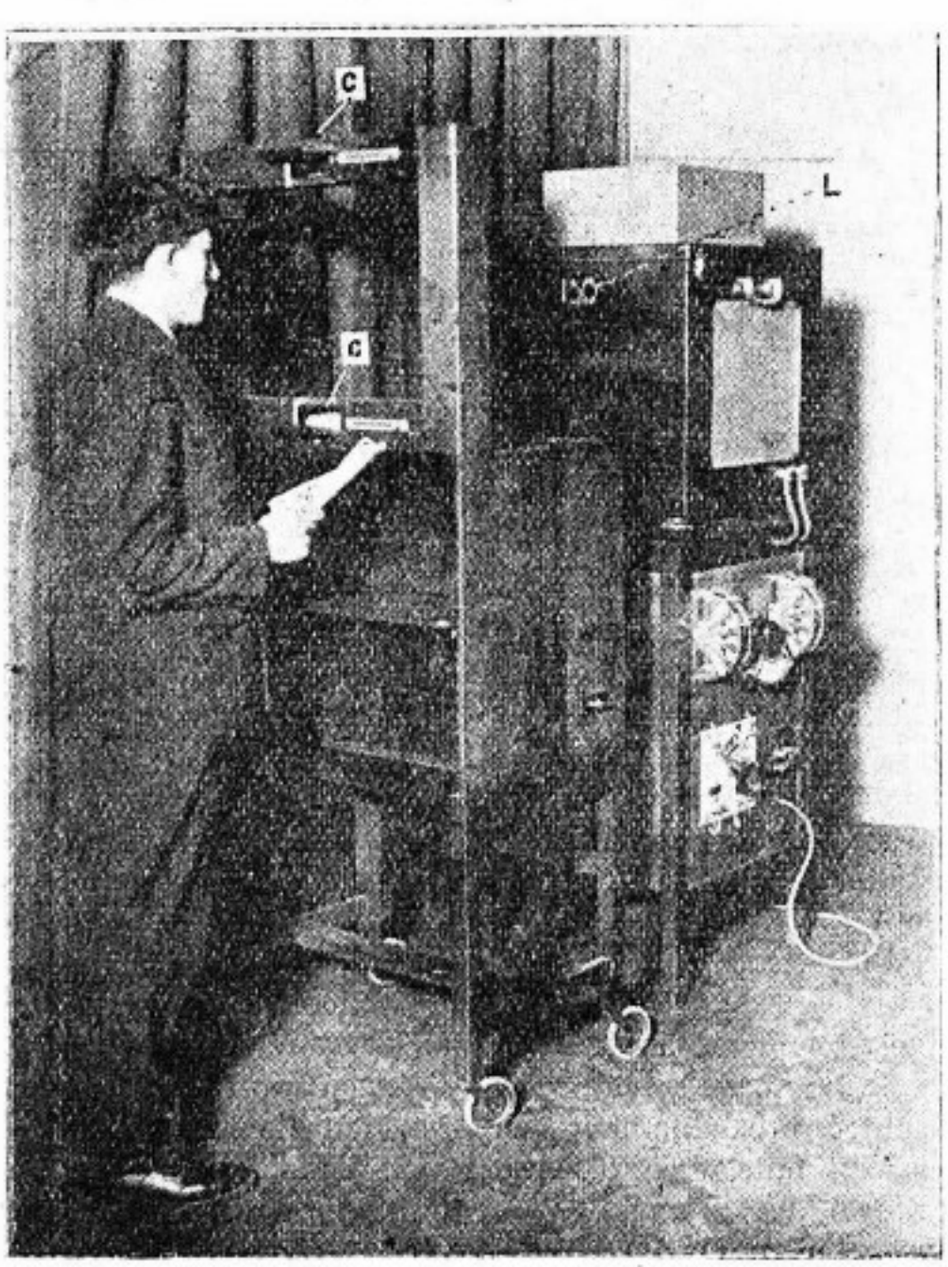


Fig. 1.

Emetteur portatif de télévision actuellement installé au poste Parisien :

L'orateur est éclairé par des rayons émis par une source lumineuse placée dans une boite et dirigés par les lentilles L, visibles à travers l'ouverture de la boîte. Les rayons diffusés par le personnage à transmettre sont reçus par les cellules C qui créent des courants modulés amplifies ensuite par des amplificateurs placés dans le socle du support des cellules.

fois par seconde exprime la différence entre cette technique spéciale encore indécise, avec celle bien connue, de la téléphotographie.

Il est tout d'abord évident que la vitesse avec laquelle on doit analyser une image, quel que soit le procédé d'analyse, croît très vite en fonction de la finesse de cette analyse.

Prenons pour point de départ par exemple une scène explorée à l'aide de 30 lignes horizontales. On constate que la reproduction, à peu près satisfaisante d'une physionomie peut être obtenue dans un cadre de 40 cm. × 30 cm. à raison de 16 images par seconde.

La vitesse de déplacement du faisceau lumineux sur cette surface est de

30×0 m. $40 \times 17 = 204$ mètres par seconde.

Quand on passe à une exploration comprenant a fois plus de lignes, c'est en général, pour l'appliquer à une surface plus grande, à finesse égale ; c'est-à-dire que le rayon lumineux doit parcourir plus de lignes, qui sont,

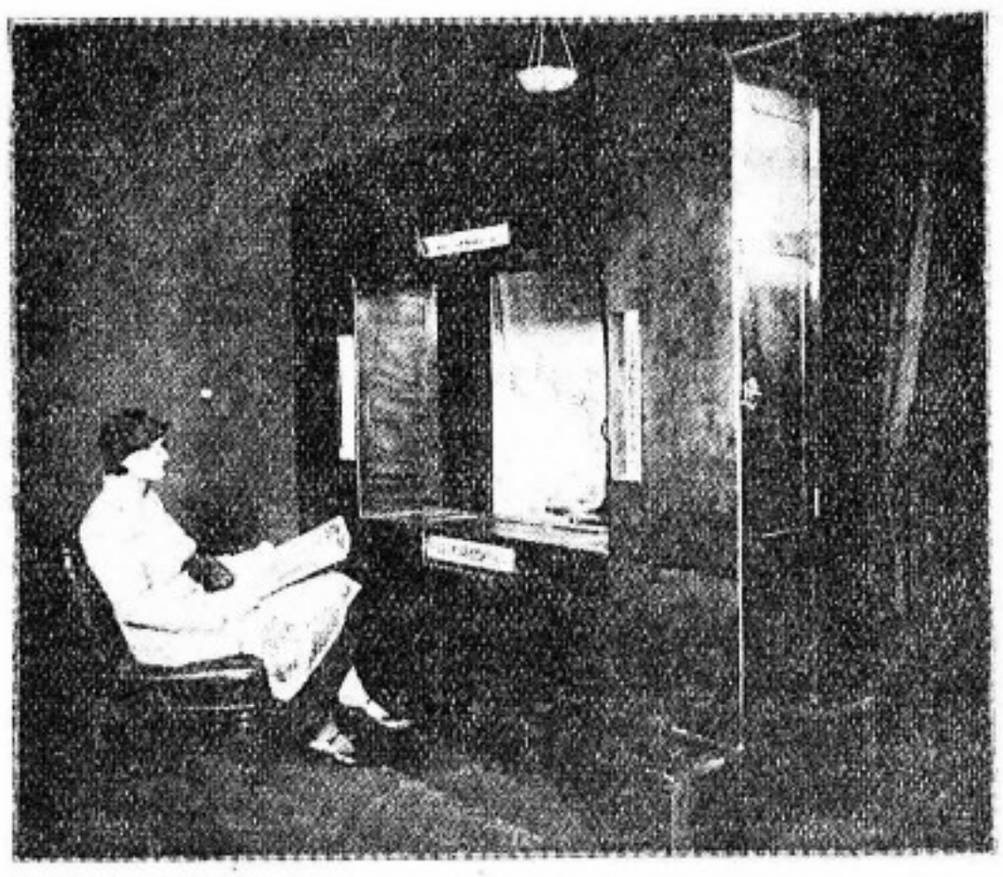


Fig. 2.

Studio de la Compagnie des Compteurs à Montrouge, grande scène :

On voit sur la figure quatre grandes cellules qui reçoivent la lumière diffusée par le personnage dont on veut transmettre l'image.

elles-mêmes, a fois plus longues. La vitesse est multipliée par a^2, et l'extrémité du rayon doit se mouvoir, par exemple pour un émetteur à 60 lignes, à raison de 816 mètres par seconde dans l'exploration d'une scène de : 80 cm. × 60 cm.

Il semble, *a priori*, assez aisé d'atteindre ces vitesses considérables à l'aide du bras de levier incomparable constitué par le rayon lumineux mobile. Ce n'est qu'une illusion, car la question d'éclairement entre en jeu et l'on est très vite limité dans cette voie, par la dimension des sources de lumière utilisées.

Que le distributeur de lumière soit un tambour à miroirs ou un disque à lentilles, il est visible que si l'on éloigne de la lentille de projection l'image réelle de la source lumineuse, tout en conservant les mêmes dimensions de cette image, il devient nécessaire que la *surface de la source lumineuse décroisse*. Cette décroissance est fonction du carré de la distance, comme, d'autre part, les dimensions des

parties optiques mobiles diminuent aussi quand on augmente leur nombre, car les vitesses périphériques ont des limites aussi, il s'ensuit que le flux lumineux projeté décroît comme l'inverse de la 4e puissance du nombre de lignes. Et ce chiffre représente une des plus grosses difficultés de la télévision, tant à l'émission qu'à la réception.

L'augmentation de *vitesse* des organes mécaniques peut pallier cet inconvénient, mais on ne va pas très loin dans ce sens.

En particulier lorsqu'il s'agit de miroirs tournants, on s'aperçoit, lorsqu'on quitte l'analyse à 30 lignes pour progresser au-delà, des énormes difficultés matérielles qui surgissent surtout pour conserver « planes » des glaces qui tournent à 35 mètres par seconde.

Le disque à lentilles permet des limites plus élevées ; nous avons réalisé des disques munis de lentilles se déplaçant à 60 mètres par seconde, sans ennuis mécaniques ; ce qui nous donne l'exploration de scènes de 1 m. 60 × 1 m. 20, avec un éclairement suffisant.

Il existe une relation très simple entre la dimension de la source lumineuse, le nombre de lignes et la vitesse des lentilles, qui montre que dans ce phénomène de l'éclairement on ne peut guère agir avec d'autres variables que la vitesse, l'éclat de la source étant limité par sa température.

Fig. 3.
Recepteur de télévision. Partie mécanique et optique ; synchronisation par le secteur.

Fig. 4.
Récepteur de télévision. Partie méeanique et optique synchronisation par roue phonique.

Soit (fig. 5), le plan P à analyser selon n lignes horizontales, à l'aide d'un disque comportant n lentilles L_1, L_2, etc., et d'une source S, que nous supposerons circulaire, de diamètre e.

La scène ayant pour dimensions h et l, le diamètre de la tache lumineuse mobile, image de S, devra être au plus égal à : $\frac{h}{n}$.

D'autre part, on a les relations connues — ou évidentes — d'après la fig. 5 :

$$\frac{p'}{p} = \frac{h/n}{e} \text{ et } \frac{l}{d} = \frac{p'}{p} + 1$$

D'où : $\frac{l}{d} = \frac{h}{ne} + 1$

Or $h = \frac{3}{4} l$. D'où : $d = \frac{4nel}{4ne + 3l}$

Il apparaît ainsi que la distance entre deux lentilles consécutives est *déterminée d'avance*, par le *nombre* de lignes et le *diamètre* de la source.

Si l'on avait supposé, comme cela existe à la réception, un recouvrement de 25 o/o d'une ligne sur l'autre, la formule se simplifie encore et devient :

$$d = \frac{nel}{ne + l}$$

La vitesse V des lentilles, pour 16 images par seconde, est : $V = n\, d\, 16$

Les solutions sont donc étroitement limitées car V ne peut dépasser une certaine valeur, et

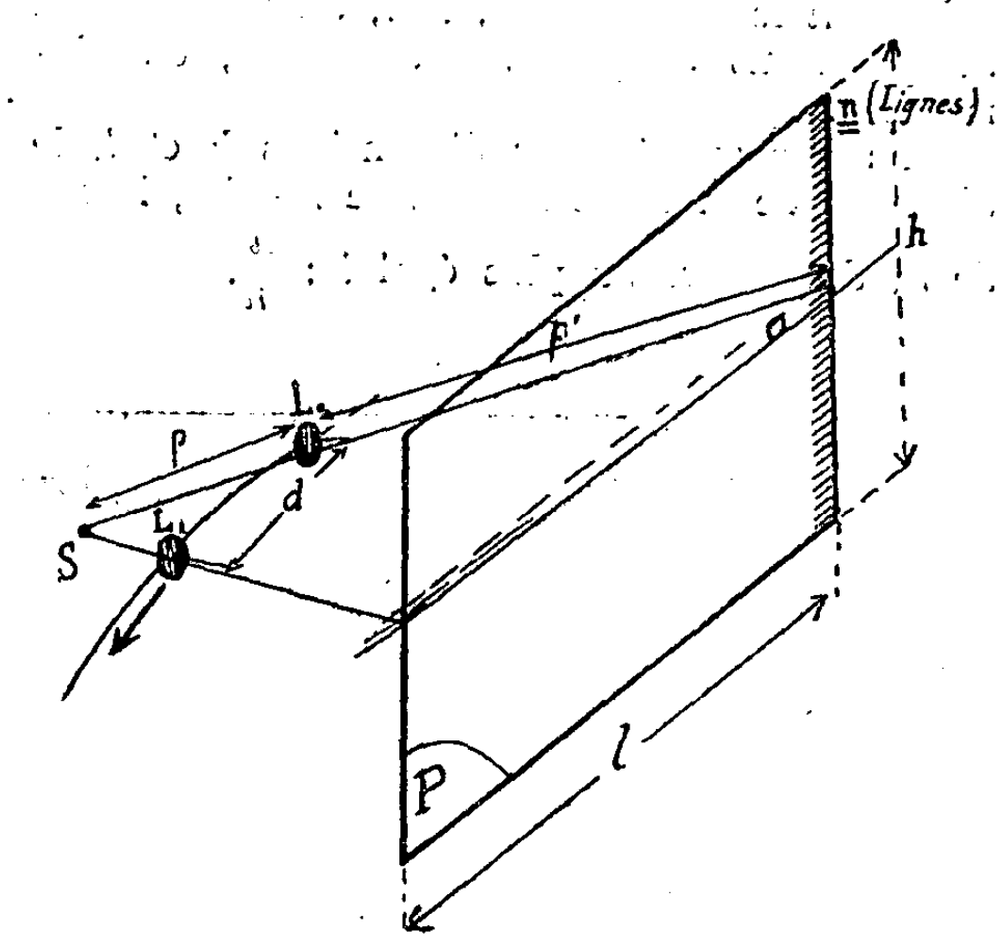


Fig. 5.

on ne gagne pas d'autre part en flux lumineux, sur la lentille tournante, en utilisant une source de puissance considérable, mais évidemment de surface assez grande, et en la concentrant à l'aide d'une lentille auxiliaire, pour obtenir le diamètre *e* compatible avec la vitesse périphérique limite, et le nombre de lignes.

C'est probablement par suite de l'étude de ces conditions, que les derniers travaux, en Allemagne, n'ont plus visé la télévision directe des grandes scènes, mais surtout l'utilisation du film cinématographique comme organe intermédiaire.

En supposant que V atteigne 50 *mètres par seconde*, on trouve que la source lumineuse ne doit pas présenter un diamètre supérieur à huit dixièmes de millimètre lorsqu'on emploie un disque à 60 lentilles.

Bien entendu, on a cherché des solutions permettant soit d'augmenter la vitesse du point lumineux, soit d'augmenter le flux lumineux ; nous ne citerons que pour mémoire le système à disques multiples de Baird (optical lever) (fig. 6) et notre propre dispositif comprenant un tambour à miroirs combiné avec des réflecteurs fixes (fig. 7).

Ces méthodes présentent chacune des inconvénients qui n'ont pas permis encore d'application pratique.

Il est évident qu'une cellule photo-électrique cent fois plus sensible que les éléments actuels donnerait de grandes facilités.

Il ne faut pas oublier que l'augmentation de la vitesse périphérique provoque de grosses difficultés dans la question de synchronisation. On doit mettre en jeu pour la rotation des puissances importantes. La puissance synchronisante doit croître dans les mêmes proportions. Aussi la présence du couple asynchrone équilibrant les frottements et autres pertes est indispensable lorsqu'on réalise l'émission et la réception sur le secteur alternatif avec des moteurs synchrônes, si l'on veut éviter tout « pompage ».

Nous avons pu diminuer dans de notables proportions le couple à mettre en jeu par l'artifice suivant : au lieu d'effectuer l'exploration en un tour de disque comportant une spirale de

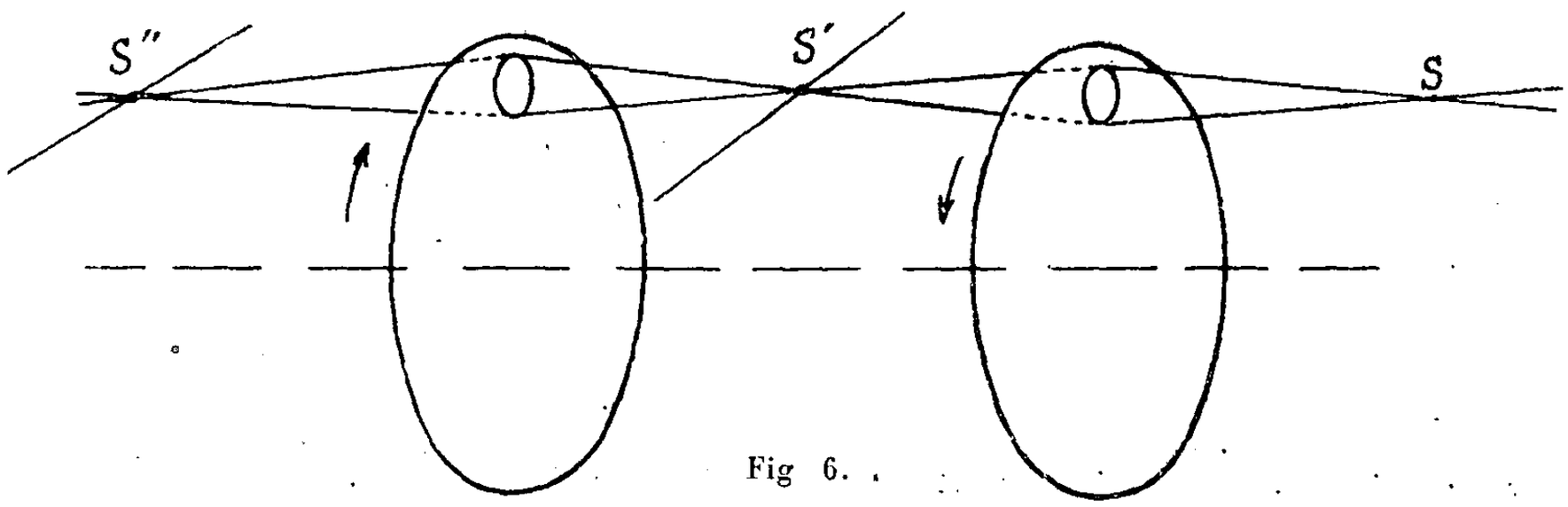


Fig 6.

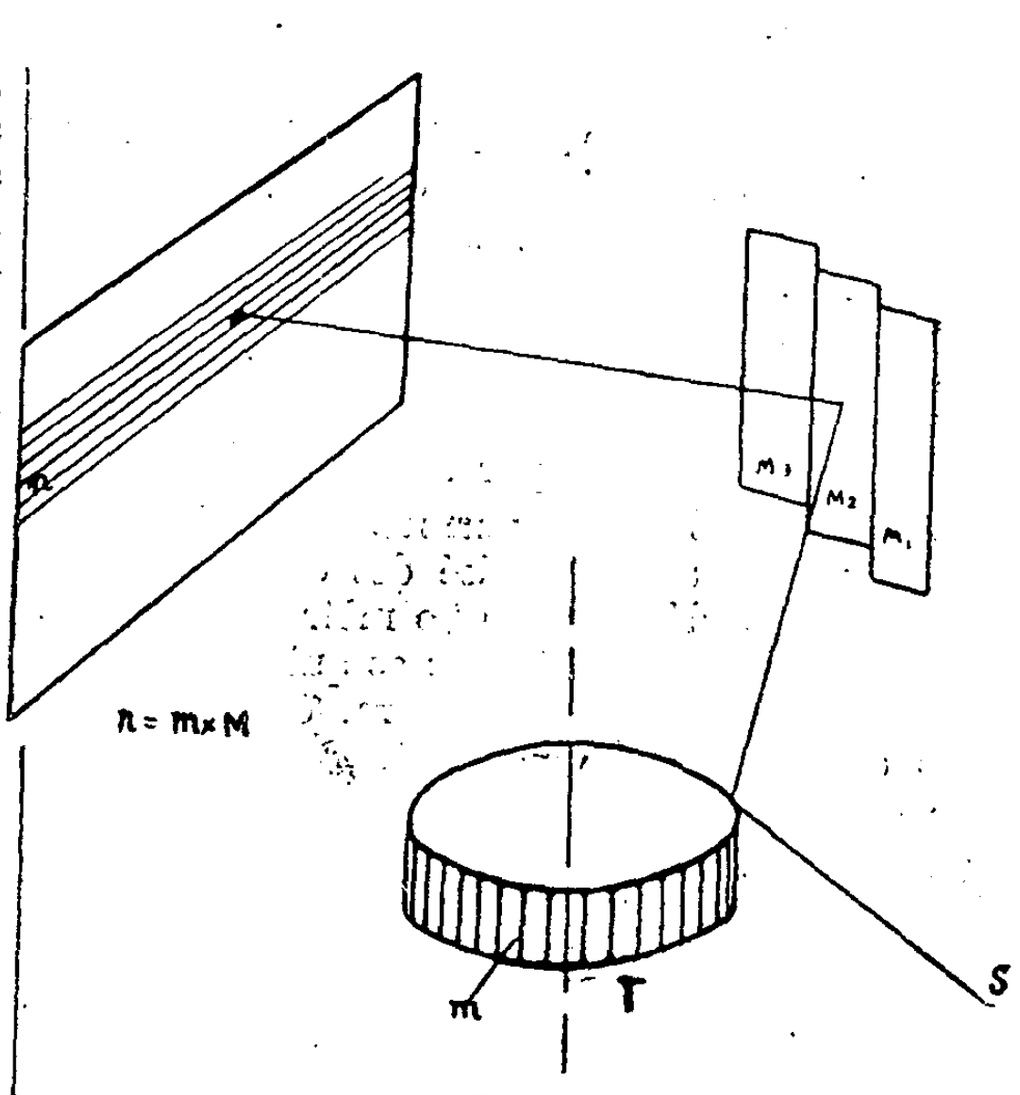


Fig. 7.

60 trous par exemple, nous l'obtenons avec un disque trois fois plus petit perforé de 60 trous répartis sur 3 spirales régulières chacune de

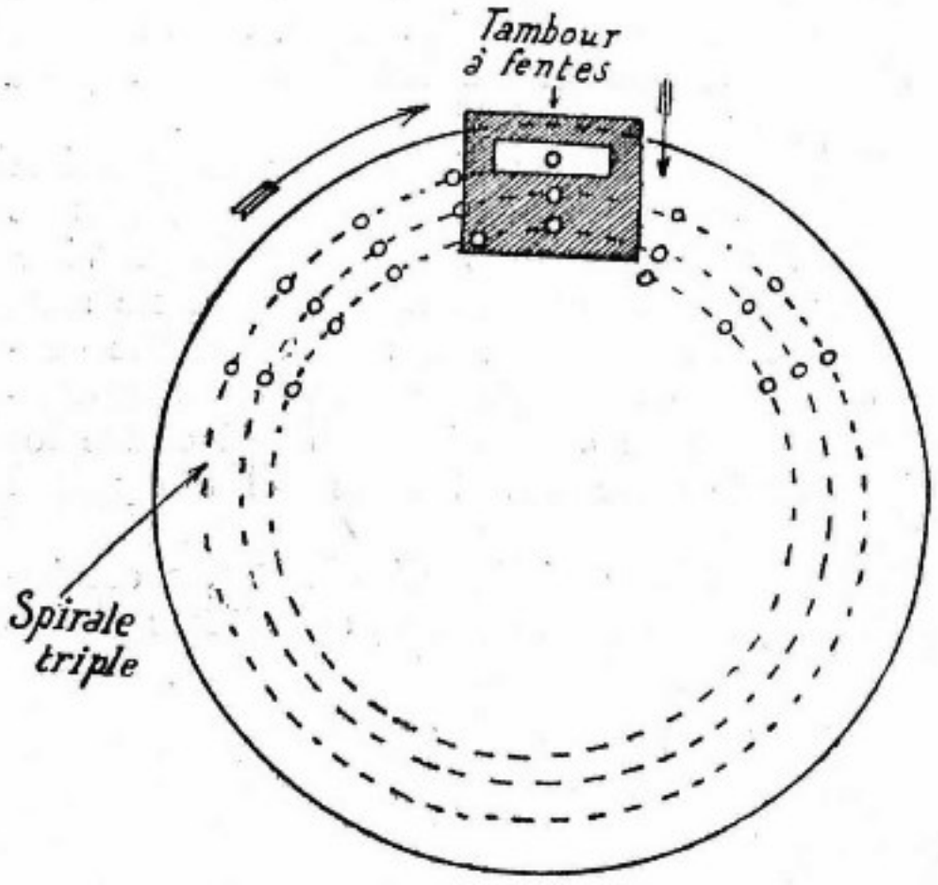


Fig. 8.

20 spires en obturant successivement 2 spires sur trois (fig. 8). Le disque tourne à une vitesse angulaire triple, et la vitesse périphérique reste la même que celle d'un grand disque à spirale unique. Le gain réside dans l'encombrement réduit et, aussi, dans la puissance à dépenser car la résistance principale due à l'air, décroît comme *la surface* du disque, à vitesse périphérique égale.

C'est ainsi que nous obtenons, à la réception, avec un analyseur, de petites dimensions, des résultats meilleurs qu'avec un disque d'un mètre de diamètre. L'image à 60 lignes est plus grande et aussi lumineuse qu'une image à 30 lignes.

Le remplacement du rayon lumineux par le rayon cathodique d'un oscillographe apparaît comme une des solutions les plus logiques pour atteindre des vitesses d'analyses très élevées, car on supprime ainsi les organes mécaniques mobiles. Mais se présentent d'autres difficultés, concernant tout d'abord la *luminosité* à la réception ; puis la modulation du faisceau cathodique, et la double synchronisation (car il y a le balayage lent, vertical et le balayage rapide, horizontal, à prévoir), font que cette solution, qui a certainement un grand avenir, ne paraît pas actuellement supérieure aux systèmes mécaniques et optiques. Nous avons eu l'occasion de le constater à Berlin. Il est vrai qu'on nous annonce, d'autre part, sur ce sujet, des réali-

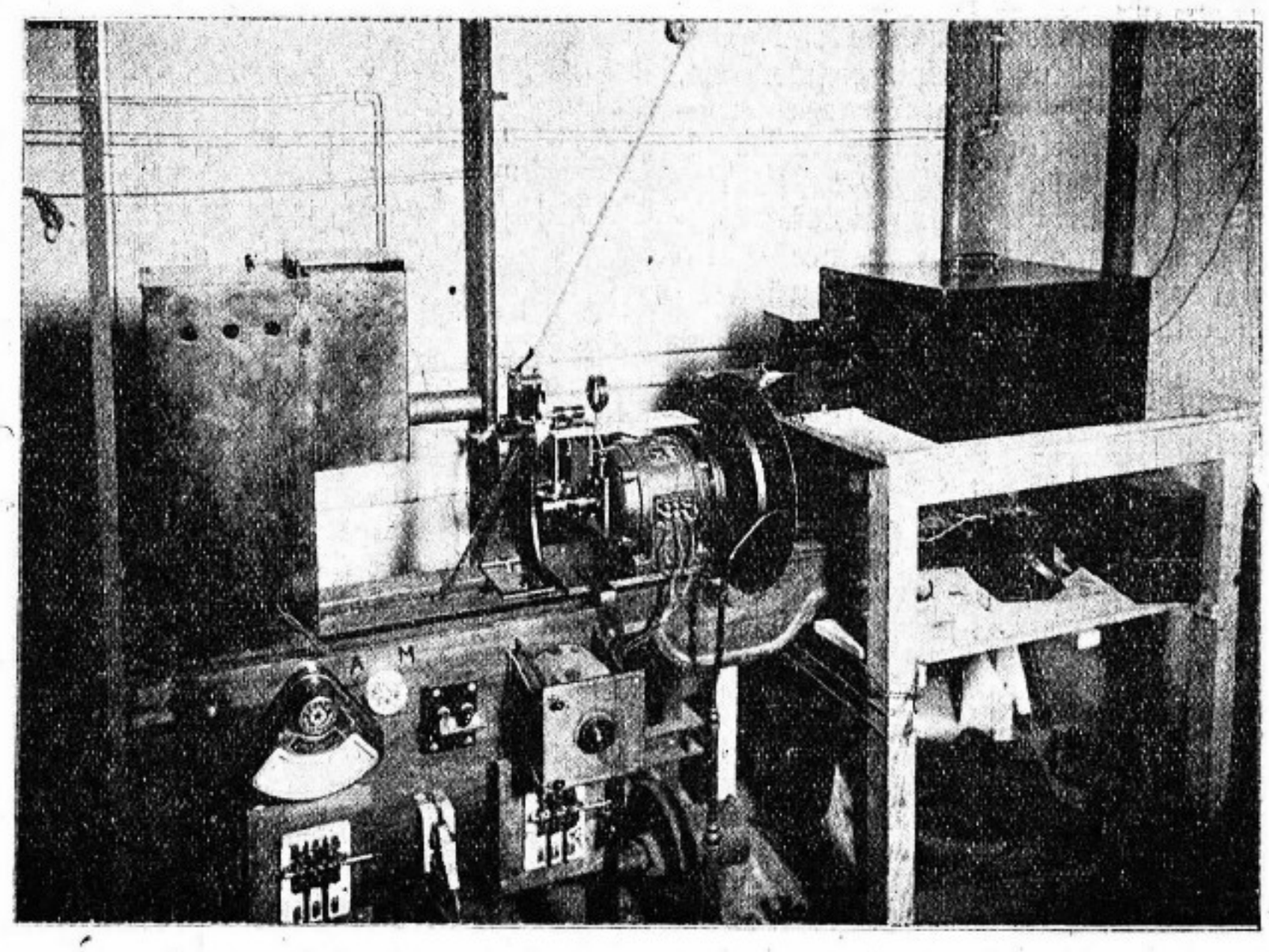


Fig. 9.
Appareil d'émission de télécinéma :
L'image du film est projetée par une lentille sur un disque percé. Chaque élément d'image défini par un trou laisse passer une certaine quantité de lumière qui tombe sur la cellule à laquelle est adjoint un premier système d'amplification placé immédiatement derrière.

sations sensationnelles en Amérique ; mais là, nous attendons des confirmations.

En ce qui concerne l'émission de télécinéma (fig. 9), le facteur « vitesse » intervient comme dans la Télévision directe ; mais ce facteur ne conditionne pas tout le problème, car dans ce cas, on dispose d'une forte réserve de lumière. On peut, en effet, projeter sur la cellule photoélectrique beaucoup plus de lumière à *travers* un film, qu'en recueillant le flux *réfléchi* par un visage. Dans ces conditions on peut réduire la dimension des orifices tournants, partant, celle des organes en rotation. Nous restons facilement très loin des vitesses dangereuses et il faudrait atteindre des analyses à trame très fine, pour retrouver de nouveau la limite due à la vitesse. Il faut noter toutefois, avec les films actuels possédant la bande sonore, que l'on doit dérouler la bande à raison de 24 images par seconde. Nous ne pensons pas que le gain de qualité obtenu avec 24 images au lieu de 16 2/3, vaille l'augmentation des difficultés de toutes sortes : électriques et mécaniques. Aussi, nous déroulons bien le film à raison de 25 images par seconde, mais notre analyseur, tout en fonctionnant d'une façon continue, sans temps « mort », n'envoie sur la cellule que 16 images 2/3.

Nous venons d'examiner, très rapidement, certes, la technique de la vitesse d'exploration en ce qui concerne les organes mécaniques. Il est prouvé aujourd'hui expérimentalement, que, par la méthode du rayon lumineux mobile et l'usage des éléments photo sensibles récemment créés, l'analyse d'une scène d'assez grandes dimensions, comportant plusieurs personnages est possible ; avec des trames de 60 et même 90 lignes, à une cadence de 15 à 20 images par seconde.

Les détails d'une telle exploration se traduisent en impulsions électriques de très courte durée par l'intermédiaire de la cellule photoélectrique. Il s'agit alors de conserver fidèlement ces oscillations rapides et de formes très diverses, tout en les amplifiant, les transmettant par voie hertzienne pour les appliquer finalement sur le récepteur à lumière modulée qui reconstituera synchroniquement le découpage effectué par l'émetteur.

Nous pourrons nous rendre compte aisément de la durée d'analyse d'un des plus petits éléments *visibles* d'une scène à transmettre, par exemple de celle à laquelle nous faisions allusion précédemment, comportant 60 lignes, avec des dimensions de 1 m. 60 × 1 m. 20. On constate que des détails de l'ordre du *centimètre carré* sont encore transmis avec assez de fidélité si leur « amplitude » est suffisante, c'est-à-dire si ce détail est assez brillant. Le temps de passage du rayon lumineux sur cet élément est de l'ordre de un cent soixante millième de seconde. C'est évidemment très court, ceci correspond à une fréquence limite de 80.000. On se trouve alors en présence d'autres problèmes : tout d'abord la cellule doit *suivre*, sans retard, les rapides variations de lumière qu'on peut lui appliquer 160.000 fois par seconde.

Dès le début de nos études sur la question nous avons dû éliminer les cellules à gaz et nous servir uniquement des cellules à vide complet ; les phénomènes d'ionisation ne sont pas en effet instantanés, et au-delà d'une certaine « finesse » d'image les cellules à gaz donnent une sorte de « brouillard » qui efface les détails, c'est-à-dire les termes de fréquence élevée.

Les cellules bien vidées n'offrent pas cet inconvénient, mais elles sont 10 ou 15 fois moins

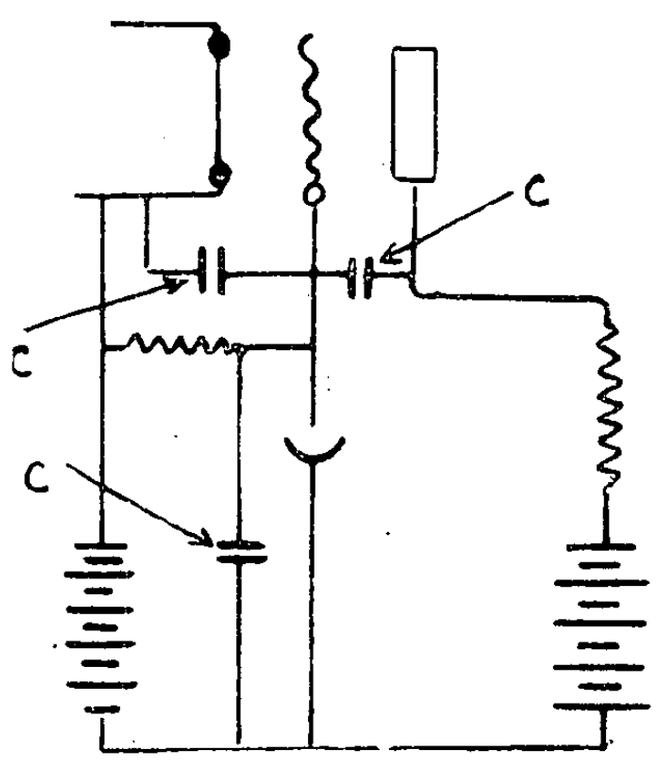


Fig. 10.

sensibles ; et l'on ne peut pas toujours compenser ce défaut par une amplification supplémentaire. Il est permis d'espérer, dans cette voie, des progrès importants, et, comme nous l'avons exprimé plus haut, les problèmes de vitesse mécanique en seront simplifiés.

En sortant de la cellule il faut atteindre l'amplificateur, et ce n'est pas très simple d'y faire entrer les oscillations rapides.

La cellule est, en effet, un générateur à résistance interne très élevée, plusieurs mégohms, et l'impédance d'utilisation sur laquelle on la fait débiter doit être du même ordre si l'on veut obtenir un rendement appréciable.

Or, si nous nous reportons au calcul que nous avons donné en 1930, au cours d'une conférence à la Sorbonne, nous trouvons, en tenant compte des *capacités* parasites qui shuntent l'espace filament et grille de la première lampe de l'amplificateur (voir fig. 10) qu'on doit baisser jusqu'à 100.000 ohms la résistance extérieure de débit de la cellule ; sinon on déforme nota-

blement les impulsions sortant de la cellule. Ainsi une petite plage d'éclairement constant, qui s'exprime en fonction du temps par un rectangle risque de se transformer en une sorte de trapèze aplati, à base très longue, qui viendra « traîner » sur les oscillations immédiatement voisines (fig. 11). Lorsqu'on dispose, comme

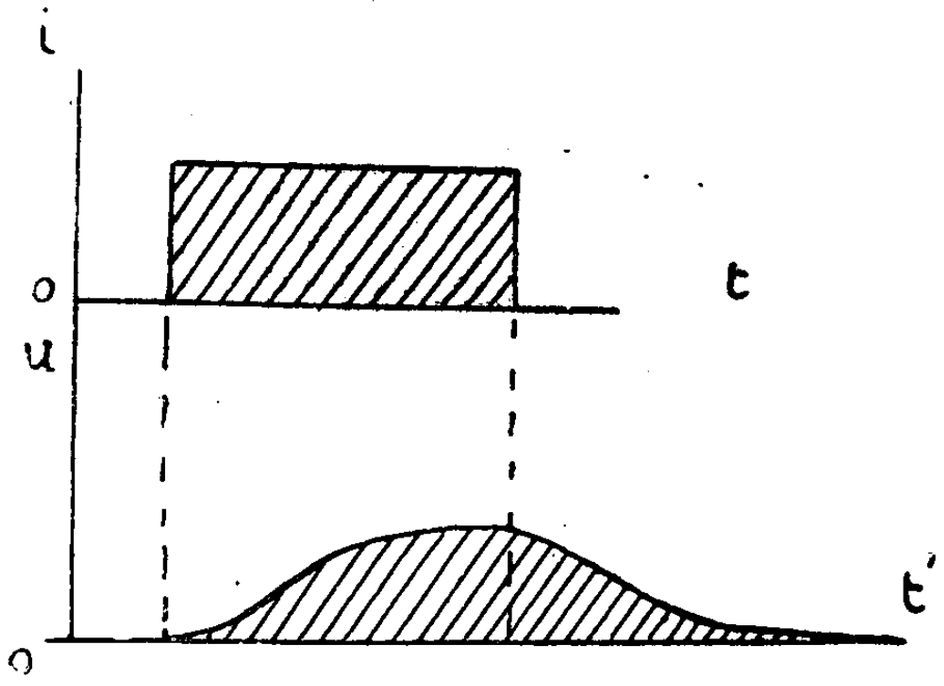


Fig. 11.

ceci est presque toujours nécessaire, un chapelet de cellules, connectées en parallèle, les résistances de débit doivent être réduites à quelques dizaines de milliers d'ohms.

Dans ces conditions, les différences de potentiel appliquées sur la grille de la première lampe seront extrêmement faibles, et une amplification élevée devient indispensable.

Pour conserver intacte une modulation qui comprend des termes, variant de quelques périodes à 100.000 par seconde au cours d'une amplification qui dépasse quelques centaines de mille et atteint parfois un million, il apparaît utile de prendre quelques précautions.

Tout d'abord des protections minutieuses contre les parasites s'imposent ; elles coïncident avec celles qui évitent les phénomènes de réaction d'accrochage possibles surtout lorsque l'émetteur de T. S. F. ne se trouve pas très éloigné du studio.

Des blindages copieux, parfois compliqués, quand le chapelet des cellules est assez développé, doivent être prévus. La suspension des amplificateurs, leur protection contre les vibrations acoustiques sont également de petits problèmes dont la solution n'est pas toujours évidente, surtout pour l'amplificateur de tête qui est nécessairement proche des cellules, dans le studio même où se déroulent les scènes accompagnées des sons et des bruits.

Le blindage des connexions crée en général de fortes capacités de dérivation, chemin de fuite des termes de fréquence élevées qui reproduisent les détails fins de l'image.

Le fil « sous plomb » ordinaire cause de véritables désastres à ce point de vue, et ce sont de gros tubes d'acier que l'on peut remarquer dans le laboratoire de Montrouge, qui protègent les connexions soigneusement tendues selon l'axe de ces tubes ; elles se trouvent alors à plusieurs centimètres des parois et la capacité de fuite est réduite au strict minimum.

La conservation de l'amplitude des oscillations rapides exige aussi des lampes amplificatrices de caractéristiques appropriées et débitant sur des impédances les plus basses possibles.

Considérons en effet le type d'amplificateur qui s'impose *a priori* : le montage à résistance. Les circuits dérivés, constitués par les capacités internes des lampes et par les connexions, peuvent se ramener à un condensateur unique C placé aux bornes de la résistance d'anode R (fig. 12). Ce condensateur présente une capa-

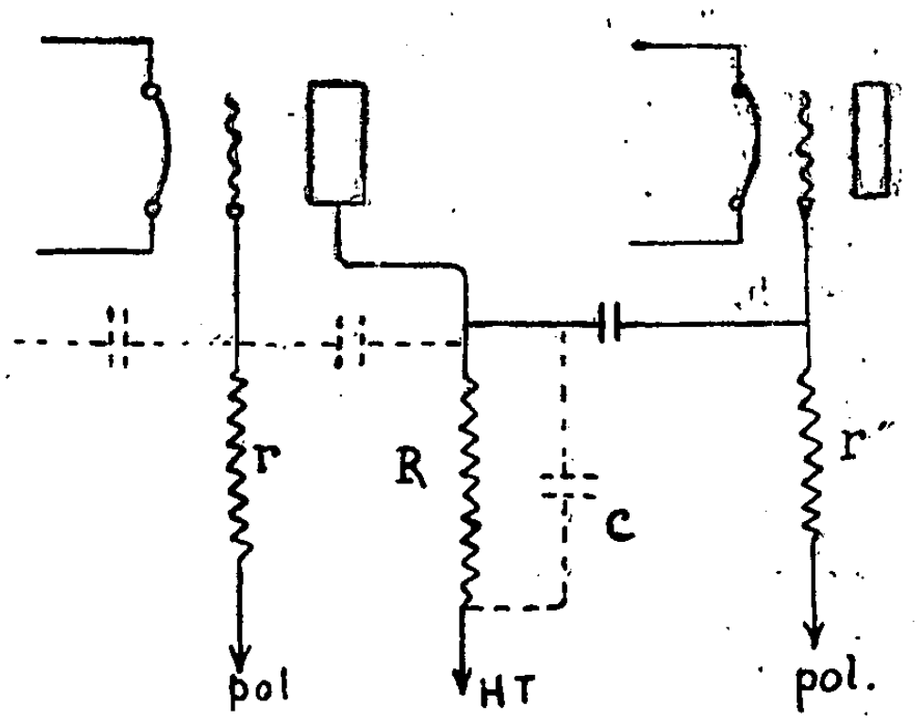


Fig. 12.

cité comprise entre un vingt millième et un dix millième de microfarad, selon les types de lampes. Il constitue une impédance de dérivation qui descend à 20.000 ohms, environ pour des fréquences de 80.000. On voit immédiatement la difficulté d'employer des lampes à grand coefficient et à résistance interne élevée ; en effet, pour que l'affaiblissement des termes rapides ne soit pas trop important, on devra donner à la résistance R une valeur nettement inférieure à $\frac{1}{C\omega}$ (ω étant la pulsation limite « visible ») R sera donc de quelques milliers d'ohms seulement et l'on devra choisir une lampe amplificatrice présentant une résistance du même ordre.

Cette considération est valable tant pour les amplificateurs d'émission que pour les récepteurs, tout au moins en ce qui concerne l'amplification de basse fréquence, et la détection. Cette dernière fonction est d'ailleurs réalisée avec la qualité maxima quand on utilise une diode séparée, comme nous l'avons fait sur nos récepteurs depuis un an, ou, comme il est pos-

sible maintenant, par l'emploi d'une lampe unique à 2 fonctions séparées, détection et amplification.

En ce qui concerne la haute fréquence à l'émission, la conservation de la bande de fréquence implique une modulation appliquée uniquement sur la lampe haute fréquence finale. Si l'on appliquait la modulation sur l'un des étages H. F. suivant le maître oscillateur, on affaiblirait, à chaque liaison par résonance existant entre les étages, les extrémités de la bande et l'on effacerait les détails. L'installation d'une modulation B.F. très puissante est évidemment plus coûteuse, mais elle conserve la qualité. Un circuit qu'on ne peut éviter, c'est celui de l'antenne. Mais là existe un palliatif, c'est l'amortissement inhérent à cet organe. En couplant fortement l'antenne au circuit oscillant d'anode de la dernière lampe H.F., on obtient une courbe de résonance, en fonction de la fréquence qui n'entame que d'une manière peu sensible les amplitudes d'oscillations atteignant 50.000 par seconde, par exemple : la courbe de l'émetteur d'expérience de Montrouge (fig. 13), montre que l'affaiblissement

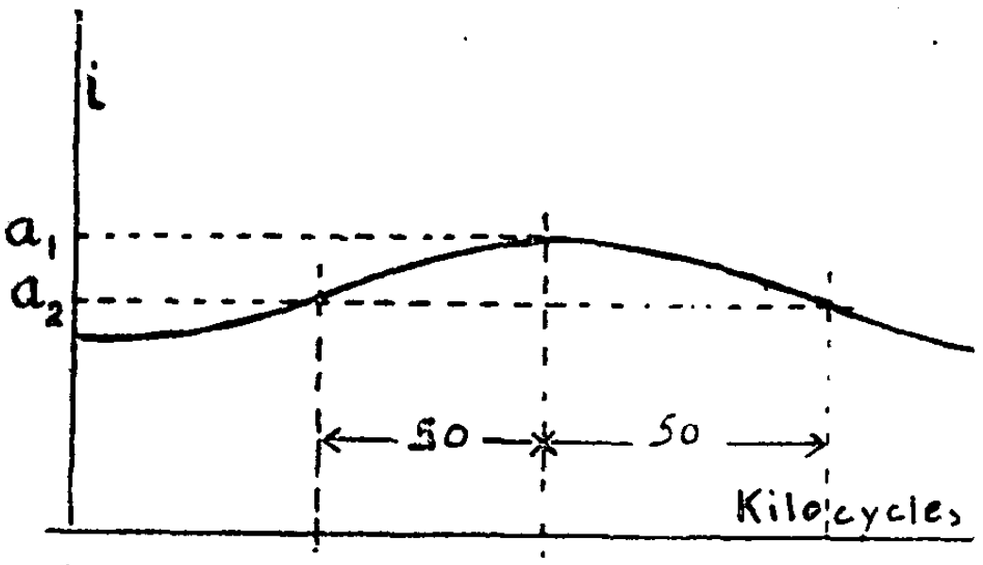


Fig. 13.

des termes extrêmes ne dépasse pas 20 o/o de la valeur des termes lents. Il est donc possible de « sortir » de l'antenne un large spectre de fréquence. Il est plus difficile, en général, de le recueillir et d'amplifier fidèlement dans les récepteurs. Ceux-ci, à moins de se trouver à la proximité des émetteurs doivent effectuer une amplification haute fréquence, avant détection, et l'on risque, par le passage dans de multiples circuits oscillants de rétrécir la bande.

Reprenant le calcul que nous avons exposé, il y a trois ans, nous trouvons qu'un circuit oscillant L C présentant entre A et B une impédance Z de 25.000 ohms, à la résonance (ce qui est assez malaisé déjà avec des fréquences de 1.500 Kcy *sans intervention de réaction*), affaiblit dans la proportion de *50* pour cent les amplitudes des termes différant de 50 Kcy, de la fréquence de résonance.

L'augmentation de la plage de réception ne peut être obtenue que par une diminution de l'impédance A B c'est-à-dire par un *amortissement*, ce qui est l'envers de l'amplification qu'on recherche. Evidemment on peut toujours jouer sur le rapport P S (primaire et secondaire), pour adapter le circuit d'accord à faible impédance, à la lampe amplificatrice qui le précède. Mais on aboutit à un système *abaisseur* de tension. C'est cependant ce que nous avons adopté ; car l'amplification fournie par une lampe à écran d'anode est assez grande pour supporter quelque sacrifice. Toutefois nous n'avons pas monté en cascade plusieurs étages à résonance ainsi constitués, à cause non seulement du rétrécissement de la bande, mais aussi, des phénomènes réactifs possibles.

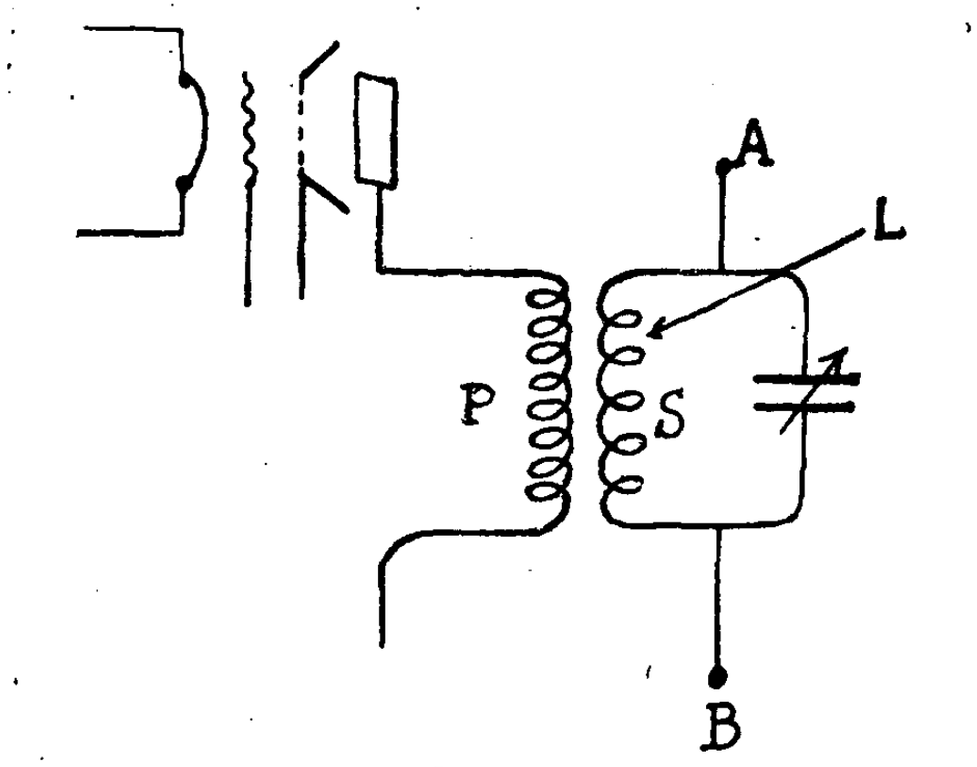


Fig. 14.

Nous nous sommes dirigés dans une voie qui, *a priori*, paraît contre-indiquée, celle du changeur de fréquence.

C'est cependant celle qui, à *amplification égale* nous a permis de conserver la meilleure qualité. On s'est habitué, en effet, à considérer le récepteur changeur de fréquence comme un système extrêmement sélectif ; c'est une qualité qui réside uniquement dans les circuits de « moyenne fréquence » ; on peut constituer ceux-ci différemment ; en particulier pour réaliser une amplification considérable mais à peu près apériodique.

Le schéma (fig. 15) montre la disposition de principe d'un tel récepteur. Le changement de fréquence s'opère par deux lampes et le battement est réglé sur une longueur d'onde assez basse vers 700 mètres. Le couplage appelé Tesla est serré. La détection est obtenue par une des nouvelles lampes dites binodes. Comme le circuit d'entrée est déjà amorti par le collecteur d'ondes et que les deux circuits Tesla peuvent constituer, par un léger déréglage, une impédance à peu près constante sur une bande de fréquence de 50 Kcy ; on conçoit qu'il est pos-

sible de s'approcher, avec ce système, des conditions requises pour la télévision. De plus, on obtient une stabilité de fonctionnement fort appréciable.

Nous pensons qu'on pourra adapter ce montage pour la réception et l'amplification de très

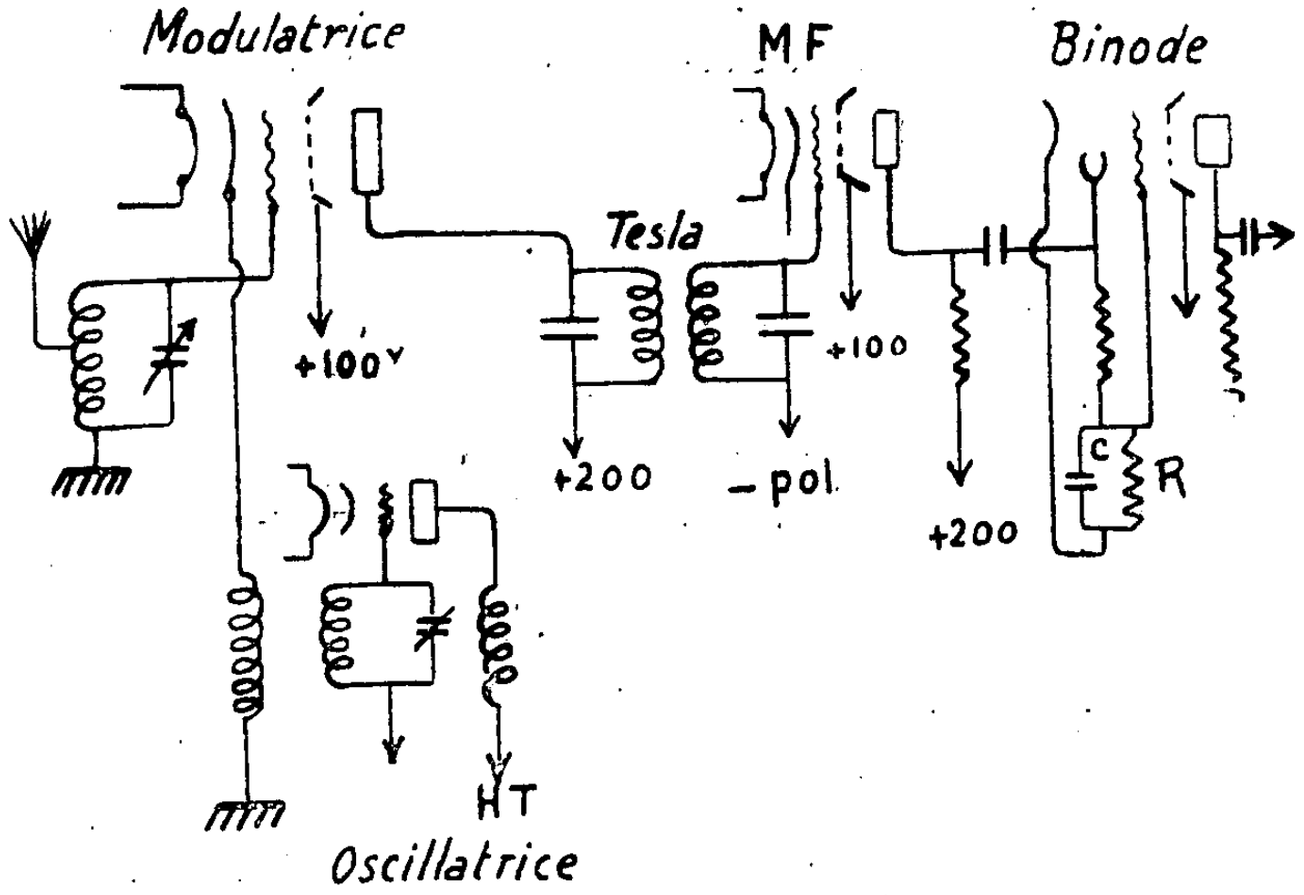


Fig. 15.

larges bandes lorsqu'on augmentera la finesse d'analyse et qu'on descendra aux ondes porteuses de quelques mètres.

Le problème de l'encombrement de l'éther est souvent évoqué lorsqu'il est question de télévision. Une solution consiste à réserver de très courtes ondes pour ces émissions. D'autres inventeurs ont proposé des systèmes de modulation en amplitude sans production de bandes de fréquences. Mais, tant au point de vue théorique qu'au point de vue expérimental, nous n'avons eu de précisions sur ces projets et ne pouvons ici donner de plus amples renseignements.

Enfin, le dernier élément de la chaîne qui doit « répondre » aux oscillations rapides est la source lumineuse. Les phénomènes électro-optiques (cellules de Kerr), n'offrent pas de retard appréciable et la modulation de la lumière par ces procédés, s'effectue avec fidélité, tout au moins en fonction du temps. Les montages plus simples, couramment employés dans les récepteurs, comportent, comme source de lumière, une lampe à gaz rare modulée directement par le courant de la dernière B.F.

Tant avec la lampe à plaque qu'avec la lampe pointolite, dite « cratère », nous n'avons pas été gênés, jusqu'ici, par l'inertie de la source où cependant des phénomènes d'ionisation, donc non instantanés, interviennent. Nous avons pu déceler des impulsions de un deux cent millième de seconde nettement répétées. Les Américains indiquent le milionième de seconde, comme terme limite... Nous n'en sommes pas là en télévision.

Toutefois, cette fidélité exige que la lampe ne *s'éteigne pas* au cours d'une modulation violente ; cette condition peut, dans certains types de lampes, être gênante pour la production de contrastes suffisants. Pour éviter ou atténuer cet inconvénient nous avons toujours prévu entre la plaque de la dernière lampe et le pôle négatif de la source anodique, une résistance fixe R, qui maintient dans la lampe au néon N un faible courant même au cas où le courant « plaque » serait annulé (fig. 16).

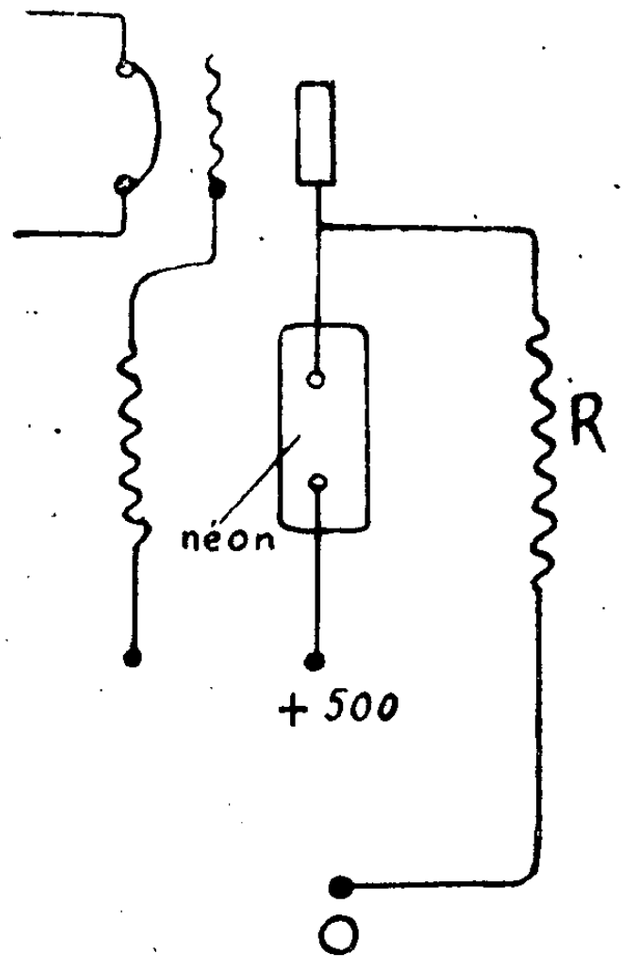


Fig. 16.

Récemment, les ingénieurs de la Société Fotos ont apporté un perfectionnement qui permet l'obtention de « noirs » complets sur la plaque luminescente sans qu'il y ait extinction de la lampe ; le procédé consiste à déposer à l'arrière de cette cathode, ou sur un élément qui lui est relié, quelques traces d'oxyde de baryum ou de strontium. Lorsqu'on baisse progressivement la tension sur la lampe la lueur cathodique s'atténue sur la plaque, puis disparaît complètement. La lampe n'est cependant pas éteinte ; il subsiste, au voisinage de l'oxyde qui facilite le départ des électrons, une lueur qui ne s'éteint que si l'on baisse encore la tension d'au moins une quinzaine de volts. On peut donc « pousser » la modulation et obtenir de très jolis contrastes sans provoquer de phénomènes de « traînage ».

JOSEPH DELISLE

par E. DOUBLET
Astronome honoraire de l'Observatoire de Bordeaux

L'histoire et la géographie n'étaient pas enseignées dans les anciens collèges et les écoliers étaient censés les apprendre suffisamment par la lecture des auteurs grecs et latins, car il ne semblait pas qu'aucune histoire méritât d'être étudiée, en dehors de celle des temps antiques. Il en résultait une profonde ignorance de la vie de nos pères et de leurs relations avec les étrangers. S'ils voulaient être à la hauteur de leur tâche, les futurs diplomates, comme les futurs généraux, devaient se faire instruire sur ces matières importantes, quand ils avaient terminé leurs études classiques, par les leçons de maîtres particuliers.

Un de ceux dont l'enseignement avait le plus de succès, au temps de Louis XIV, s'appelait Claude Delisle (1644-1720). Natif de Vaucouleurs — le Vaucouleurs de Jeanne d'Arc — il était venu chercher fortune à Paris et avait réussi à se faire connaître avantageusement comme professeur. Parmi ses élèves il faut nommer Philippe d'Orléans, le futur Régent et aussi le futur chancelier d'Aguesseau. On peut ajouter que Claude Delisle était le plus consciencieux des maîtres, et voici ce qu'en dit Fontenelle : « M. Delisle n'étoit pas un de ces Maîtres ordinaires, qui n'en sçavent qu'autant qu'il faut pour débiter à un Ecolier ce qu'il ne sçavoit pas, il possédoit à fond les sciences dont il faisoit profession et je l'ai assez connu pour assurer que la candeur de son caractère étoit telle qu'il n'eût pu enseigner ce qu'il n'eût su que superficiellement. »

Claude Delisle a laissé de nombreux ouvrages manuscrits, et, à ses mérites de savant, il en joignait d'autres ; tout d'abord, il eut douze enfants ; ensuite, il sut parfaitement les élever.

Quatre de ses fils devinrent des hommes distingués ; ce sont, en premier lieu, l'aîné de tous, Guillaume (1), le plus grand géographe de son siècle, dont le savoir fut si bien apprécié qu'on créa spécialement pour lui une place à l'Académie des Sciences ; le second, Simon Delisle de l'Hérissel, était plus spécialement historien et se serait élevé au premier rang des érudits, s'il n'était mort jeune. Le troisième, Louis Delisle de la Croyère, accompagna son frère Joseph en Russie et fit partie d'une expédition commandée par Behring, qui, dans un voyage antérieur, avait montré que l'Amérique et l'Asie forment deux continents bien distincts et ne se rejoignent pas, comme quelques-uns le croyaient alors. De la Croyère mourut le 2 novembre 1741, près de Petropaulosk, au Kamtschatka. Les expéditions commandées par La Pérouse et par le capitaine russe Krusenstern eurent l'occasion de visiter sa tombe et de la restaurer. Il serait curieux de savoir si le monument qu'on avait élevé sur cette tombe subsiste encore.

Venons-en à Joseph-Nicolas Delisle, qui doit nous occuper principalement.

Il était né à Paris le 4 avril 1688 et eut son père pour premier instituteur. Plus avancé en âge, il devint élève externe du collège fondé par Mazarin et dont le bâtiment est occupé maintenant par l'Institut. Il en sortit en 1706 et dut se préoccuper de se créer immédiatement une carrière, car on se doute bien que Claude De-

(1) Guillaume Delisle, qui devait mourir en 1726, entra à l'Académie en 1702 ; il y fut rejoint, en 1714, par son frère Joseph, et, en 1725, par son autre frère Delisle de la Croyère. Ainsi, pendant les années 1725 et 1726, on vit trois frères inscrits sur la liste des Académiciens, ce qui ne s'est sans doute pas vu deux fois.

lisle n'avait pas une grosse fortune à léguer (1) à ses enfants et qu'il leur fallait pourvoir à leur subsistance le plus tôt possible.

Heureusement, Joseph Delisle avait étudié avec soin les mathématiques, et il les enseigna pour vivre. D'autre part, la remarquable éclipse de Soleil du 12 mars 1706 (2) le fit astronome, et comme, au commencement du XVIII^e^ siècle, il y avait encore des gens qui croyaient à l'astrologie, par exemple, le fameux comte de Boulainvilliers, il calcula des horoscopes ; c'est le cas de rappeler le fameux mot de Képler : « De quoi peut-on se plaindre si une fille folle soutient et nourrit sa mère sage, qui est pauvre. »

En 1709, il fut autorisé à s'établir dans la coupole du palais du Luxembourg, en face de la rue de Tournon, et il y organisa un observatoire qu'il garnit d'instruments, construits de ses mains. Là, il était, pour ainsi dire, l'hôte de la duchesse de Berry, fille du Régent, princesse qui se faisait remarquer par ses excentricités et ses habitudes d'ivrognerie, lesquelles, à Rome, l'auraient fait condamner à mort. C'est devant elle et devant le comte de Clermont, de la maison de Condé, que Delisle observa l'éclipse de Soleil du 3 mai 1715. L'astronome se serait sans doute volontiers passé de cette compagnie, qui ne pouvait que gêner ses observations.

Ses travaux personnels ne l'empêchaient pas de profiter des instructions que pouvaient lui donner les maîtres de la science, notamment l'illustre Cassini, qui, bien qu'aveugle, continuait à travailler. Delisle peut être considéré comme le dernier disciple de ce grand homme, qui mourut, comme on sait, en 1712.

En 1714, Joseph Delisle fut nommée membre de l'Académie des Sciences, en qualité d'élève astronome, et, en 1718, il succéda, au Collège Royal, à Philippe de la Hire, professeur d'Astronomie.

Il semblait que, dès lors, sa position était assurée et qu'il n'avait qu'à poursuivre en paix ses travaux scientifiques ; en réalité ses appointements n'étaient que de 900 livres par an; quoiqu'il vînt s'y ajouter une pension de 600 liv., il n'en menait pas moins une existence étroite et il aurait désiré améliorer sa situation, comme le prouve une lettre qu'il adressait, le 21 février 1721, à M. de Navarre, membre de l'Académie de Bordeaux. Cette lettre nous apprend le but de sa vie : composer un grand *Traité d'Astronomie, exposée historiquement et démontrée par les observations.*

« Le point principal, suivant moi, est de ramasser le plus qu'on peut d'observations et de les comparer avec les théories pour établir ce qui ne l'est pas, car il faut savoir que dans l'Astronomie il y a un grand nombre de choses qui ne sont point décidées et qui le pourroient être aisément par des observations faites dans des circonstances propres que celui qui aura du génie et qui sera d'un grand fond de théorie pourra imaginer. Une Astronomie ainsi démontrée par les observations seroit un ouvrage excellent. Ç'a été le but des véritables astronomes, mais je ne trouve pas qu'aucun ait exécuté cet ouvrage de la manière dont je voudrais qu'il fût fait. »

« ... Un pareil ouvrage seroit à lui seul une bibliothèque astronomique, qui répandroit le goût de l'Astronomie plus qu'il ne l'est et feroit éclorre des astronomes que la difficulté de ramasser les livres et principalement les observations manuscrites empêche de le devenir. Dans la vue d'exécuter cet ouvrage, il y a fort longtemps que je ramasse tout ce que je peux d'astronomie (il devait continuer toute sa vie), tant de livres imprimés que de manuscrits et j'ai fait une assez ample collection pour me croire en état de commencer cet ouvrage dont j'ai le plan et même l'idée de l'exécution dans la tête. Il ne me manque qu'un associé. Si vous vouliez l'être, je ne croirois pas pouvoir mieux rencontrer, étant aussi ardent et laborieux que vous êtes, ayant l'esprit aussi net et l'expression aussi facile que vous l'avez, et avec tout cela le fonds que vous avez en Géométrie, en Physique et en bien d'autres me donnent de grandes idées de ce que nous pourrons faire lorsque j'aurai un pareil associé. Nous nous perfectionnerions dans la haute Géométrie, ce qui manque à nos astronomes pour entendre M. Newton (1) et pour porter l'astronomie au point où elle doit aller, etc... »

(1) J. Delisle écrivait, le 12 mars 1725, à M. de Valincourt : « N'aïant d'autre bien de mon père que l'avantage d'une bonne éducation, à sa mort, j'ai commencé à jouir, par la Providence de Dieu, d'une chaire de Mathématiques au Collège Roial, ce qui m'a mis en état d'aider un peu ma mère et ma sœur, qui sont, ainsi que moi, sans autre bien.

(2) M. Rayet, qui fut le premier directeur de l'Observatoire de Bordeaux, possédait une bibliothèque considérable où se trouvait, parmi d'autres livres précieux, un exemplaire du volume de *Mémoires* que Delisle publia en 1738 à Pétersbourg, volume qui devait être le premier d'une série qui n'a pas été continuée. Ce volume avait fait partie de la bibliothèque de son auteur. Un jour, en le feuilletant devant nous, M. Rayet y trouva une feuille de papier jaunie, où se lisait une note relative à l'éclipse de 1706, écrite par un certain M. de Joly. Il y était question des ombres mouvantes qu'on remarque dans les éclipses de Soleil. M. de Joly, qui avait 9 ans en 1706, en avait été vivement frappé et s'en souvenait en 1765. Le contenu de cette feuille a été publié dans les *Comptes Rendus* de l'Académie des Sciences, numéro du 13 juin 1905, vol. 140, p. 1577.

(1) En 1724. Delisle fit un voyage en Angleterre et se lia avec Halley et Newton. Ce dernier lui fit présent de son portrait. La Société Royale de Londres l'admit au

Delisle serait allé volontiers s'établir à Bordeaux s'il avait pu espérer qu'il y aurait une position plus avantageuse qu'à Paris. Il dut y renoncer, l'Académie de Bordeaux ne possédant pas des ressources suffisantes pour lui faire une situation convenable. Il ne faut pas oublier qu'on était au lendemain de la terrible banqueroute de Law, et tout le monde en souffrait.

Mais les circonstances le favorisèrent, et il obtint en Russie un emploi qui dépassait tout ce qu'il aurait pu espérer en France.

Lorsque, en 1717, le czar Pierre-le-Grand parcourut l'Europe occidentale, autant dans des vues politiques que pour s'instruire des améliorations qu'il pourrait apporter dans ses vastes Etats, il n'eut garde de négliger les principaux observatoires existant à cette époque. Il visita celui de Greenwich, s'entretint avec Flamsteed et observa avec lui. De même, à Paris, il n'oublia pas l'Observatoire et il y vint deux fois, le 12 et le 17 mai. Nous n'avons aucun détail sur ces visites, mais toujours est-il que le czar, en 1721 (14 février), invita Delisle à venir s'établir à Pétersbourg et à diriger l'observatoire qu'il voulait fonder. Désirant donner à la Russie une marine militaire et une marine marchande, il comprenait l'utilité des études astronomiques et de leurs résultats pour les navigateurs.

Delisle ne put accepter immédiatement ; il resta donc à Paris et continua ses travaux, soit au Luxembourg, soit — après que, par ordre de la duchesse de Berry, il eut été obligé de quitter ce palais, — rue Taranne, dans une maison que le boulevard Saint-Germain a fait disparaître, et où le chevalier de Louville avait déjà observé, soit à l'Observatoire royal, que les académiciens, appelés au dehors par leurs travaux géodésiques, délaissaient parfois. Depuis 1721, il disposait d'un quart de cercle de 43 pouces de rayon, ce qui était alors considérable, et il en faisait bon usage.

Pierre-le-Grand était mort le 28 janvier 1725, mais l'impératrice Catherine, qui lui avait succédé, gouvernait dans le même esprit que lui et tenait à mettre à exécution les projets qu'il avait conçus. Ses ministres insistèrent donc auprès de Delisle, et, finalement, il quitta Paris vers le 10 novembre 1725 et arriva à Pétersbourg le 6 mars de l'année suivante. C'était un long voyage, même pour l'époque, mais il faut dire que Delisle, qui avait emporté avec lui un petit quart de cercle de Chapotot, de 18 pouces de rayon, en profita pour déterminer les positions géographiques d'un village de Thuringe, nommé Rodenstein (entre Cobourg et Iéna), de Berlin et de Dorpat en Livonie, ville où il y a maintenant un observatoire célèbre. Il fut aidé dans ses observations par son frère de la Croyère et par un artiste nommé Vignon, élève de Chapotot, qu'il emmenait pour entretenir en bon état les instruments de l'observatoire.

Lalande nous apprend que cet établissement était un des plus magnifiques de l'Europe ; il avait 131 pieds et 4 pouces de hauteur (mesure de Paris), avec trois étages propres aux observations, et il occupait le milieu du superbe bâtiment de l'Académie de Pétersbourg. On sait que cet observatoire, devenu par les circonstances insuffisant pour les exigences de l'astronomie moderne, a été remplacé, vers 1830, par le magnifique observatoire de Poulkovo, situé à 20 kilomètres environ de Pétersbourg (1).

Mais, l'astronome était en même temps un érudit, et Delisle, pendant son voyage, ne manqua pas de satisfaire sa passion de collectionneur, quand il le put. En passant par Dantzig, il profita d'une magnifique occasion d'accroître sa bibliothèque. Il fit l'acquisition de la correspondance autographe de l'illustre astronome Hévélius et de ses journaux d'observation. Ce trésor appartient maintenant à l'Observatoire de Paris, mais il y manque un certain nombre de pièces qui ont été soustraites par Libri, ce membre de l'Institut qui n'avait pas honte d'abuser de la confiance qu'inspirait sa haute situation pour mettre au pillage les dépôts publics de son pays d'adoption, car c'était un étranger naturalisé. On sait qu'il échappa par la fuite au châtiment qu'il avait si bien mérité, et il est à craindre qu'on n'ait pas insisté bien vigoureusement pour obtenir son extradition. Il y a des gens qui eussent vu avec peine un ex-académicien au bagne.

Si Delisle disposait d'un bel observatoire, celui-ci n'était pas garni d'instruments, il n'eut tout d'abord que le petit quart de cercle qu'il avait apporté, et treize pendules qu'il avait apportées également, mais qui avaient un grand défaut : elles s'arrêtaient quand on les remontait, et c'était un grave inconvénient. Il lui fallut attendre jusqu'en 1736 pour être mieux pourvu sous ce rapport. Il obtint aussi que des

nombre de ses membres et toutes les Académies de l'Europe l'imitèrent successivement.

(1) Une lettre d'Euler à Delisle, nous apprend que ce premier observatoire fut détruit par un incendie, le 16 décembre 1747, peu de temps après le départ de Delisle pour la France. Les malheurs de cette sorte ont été assez nombreux. L'Observatoire d'Hévélius fut incendié, le 26 septembre 1679, par la méchanceté d'un valet, qui, espérons-le du moins, a été pendu. De même, le 20 octobre 1728, l'Observatoire de Copenhague fut détruit par le feu. L'astronome Horrebow se distingua par le courage avec lequel il combattit le fléau, mais il ne put sauver les précieux documents où se trouvaient les observations de Rœmer, sauf une très petite partie. De nos jours enfin, si l'Observatoire de Paris n'a pas été la proie des flammes, en mai 1871, ce n'a pas été la faute de la Commune.

instruments, que Pierre-le-Grand avait achetés en Angleterre, et qui se trouvaient au dépôt de la marine impériale, lui fussent confiés. Enfin, en 1735, il put faire venir de Paris un grand quart de cercle de 3,5 pieds de rayon, et, dès lors, il put se considérer comme aussi bien monté que ses rivaux de Paris ou de Greenwich. Aussi, ses observations ont-elles été très nombreuses et ses registres d'observations, qui sont conservés à l'Observatoire de Paris sont-ils très volumineux (1).

Ces registres ont une histoire : vers 1850, en Russie, on éprouva le regret de ne pas les posséder et on les emprunta au Bureau des Longitudes. Ils furent donc transportés à Poulkovo et ils y restèrent longtemps ; jusqu'en 1882. A cette époque, on retrouva à Pétersbourg les papiers originaux de Delisle, dont ceux de Paris n'étaient que la copie. Otto Struve avait profité de ce qu'il les avait à sa disposition pour les étudier en détail, et il en conclut qu'on pouvait encore en tirer parti pour la détermination de la position géographique de certaines localités, surtout en Sibérie.

Car Delisle ne s'est pas enfermé dans son observatoire. Il aurait pu s'occuper de la géographie de la Russie sans sortir de Pétersbourg, mais cela ne lui suffit pas. En 1740, le 2 mai, il devait y avoir un remarquable passage de Mercure sur le disque du Soleil, phénomène que nous avons vu pour la dernière fois en 1927 et que nous ne reverrons pas avant 1937, le 10 mai. Pour l'observer dans les conditions les plus favorables, il se transporta dans un pays au climat affreux, à Beresov, en Sibérie. Cette ville, qui se trouva sur les bords de l'Obi, a pour latitude 63° 56' N., elle est donc à peu de distance du cercle polaire ; nous n'avons pas de chiffres à citer donnant une idée de son climat, mais à Iakoutsk, qui est à une latitude peu différente et notablement plus à l'est, on a observé une température de 62 degrés au-dessous de 0. Cette rigueur de climat n'empêche pas le ciel sibérien d'être, en général, très favorable aux observations astronomiques, mais Delisle eut le chagrin de ne pouvoir atteindre le but de son voyage et l'état du ciel l'empêcha de voir Mercure se projeter sur le disque du Soleil. Il dut se borner à faire toutes les observations que les circonstances lui rendirent possibles et à publier une description du pays qu'il avait parcouru, que l'on peut lire dans le dix-huitième volume de l'*Histoire des Voyages*. Il n'avait pas pris le chemin le plus direct pour revenir, car il passa par Tobolsk, Nijni-Novgorod et Moscou. De cette dernière ville, il se rendit à Pétersbourg et ne mit que six journées pour faire ce voyage (3-9 janvier 1741). C'était, pour cette époque, une vitesse remarquable.

Pendant cette expédition, Delisle avait emporté avec lui un instrument des passages, le premier qu'on ait vu en Russie. Il s'en servit pour l'observation des passages de la Lune au méridien, et il déduisit de ces observations les longitudes des lieux où il observait. Il arrivait à une grande précision. C'est ainsi que la moyenne des longitudes qu'il a données pour Beresov est 4 h. 20 m. 12 sec. 5 à l'est de Greenwich, tandis que, selon les géodésiens russes modernes, cette longitude est 4 h. 20 m. 16 sec. 0. L'accord est vraiment remarquable.

Pendant son séjour en Russie, Delisle souffrit beaucoup dans ses affections de famille. Il venait à peine d'arriver qu'il apprit la mort de son illustre frère Guillaume, le géographe, enlevé à la science le 25 janvier 1726, par une attaque d'apoplexie (1). Quant à son frère aîné de la Croyère, qui lui servait d'aide avec Vignon, il ne l'avait pas toujours auprès de lui ; le 28 mars 1727, par exemple, de la Croyère fut chargé d'aller faire des observations dans la région qui avoisine Archangel. Il fut absent jusqu'au 5 février 1730, et, pendant ce temps, il se conforma aux instructions qu'avait rédigées son frère cadet et détermina plusieurs longitudes et latitudes ; il observa aussi les phénomènes physiques et notamment les aurores boréales. Joseph Delisle avait imaginé une espèce nouvelle de thermomètres, où le zéro de la division commençait à la température de l'eau bouillante et où les lectures se faisaient dans le sens inverse de celui auquel nous sommes habitués. Au point qui est notre zéro, on lisait 150 ; de cette façon, on évitait d'avoir à donner les signes, + ou — aux nombres lus. Ces thermomètres ont beaucoup servi dans les régions septentrionales.

Pendant que Delisle de la Croyère faisait ce premier voyage, le capitaine Behring explorait la partie septentrionale de l'Océan Pacifique et découvrait, comme nous l'avons dit, que l'Asie et l'Amérique forment deux continents séparés (2).

(1) On doit à Delisle, très habile observateur, une innovation dont on ne lui sait pas assez de gré, car, on ignore généralement que c'est lui qui l'a introduite : c'est l'habitude de régler les horloges astronomiques, non plus sur le temps solaire, mais sur le temps sidéral. La Hire avait proposé ce changement, mais il n'avait pas été écouté.

(1) Guillaume Delisle avait été chargé d'enseigner la géographie à Louis XV, qui, à ce point de vue du moins, fut un bon élève. Une de ses filles, dont le prénom était Charlotte, épousa Buache, qui fut aussi membre de l'Académie et premier géographe du roi. Un autre Buache, neveu du premier, eut les mêmes titres. Il fut l'oncle, à la mode de Bretagne, de l'illustre Beautemps-Beaupré, qu'on appelait « le père de l'hydrographie française », et qui fut le dernier d'une remarquable dynastie de géographes.

(2) Peu s'en fallut que cette découverte fût faite par un Français, le Canadien de Varenne la Vérendrie. Il fut aidé

En 1733, la Croyère accompagna Behring dans un nouveau voyage qui avait pour but l'exploration des côtes occidentales de l'Amérique. Il gagna l'Océan Pacifique en traversant la Sibérie, ce qui lui prit plusieurs années. Mais ce ne fut pas du temps perdu, car il profita de ce voyage pour faire toutes les observations astronomiques possibles, qui, combinées avec celles de son frère et aussi avec celles que les missionnaires jésuites faisaient en Chine, firent connaître la position géographique de nombreuses localités. Grâce à ces efforts, une vaste partie de l'Asie ne fut plus une *terra incognita*. Delisle de la Croyère mourut au Kamtschatka, le 2 novembre 1741 ; son nom n'est pas assez connu.

Joseph Delisle, lui, continuait à Pétersbourg ses observations avec assiduité. Le Soleil, la Lune et les planètes, au moment de leur passage au méridien, ainsi que les étoiles des trois premières grandeurs, en étaient les objets principaux. Mais il ne négligeait pas pour cela les éclipses de Soleil ou de Lune, les occultations des planètes et des étoiles. Il aurait voulu faire encore bien d'autres choses, et notamment mesurer un arc de méridien, aux environs de Pétersbourg, pour contribuer à l'étude de la figure de notre globe. Il mesura même une base sur la glace, mais il dut abandonner son entreprise, faute de moyens matériels, et faute d'auxiliaires.

Car c'était là une des grandes difficultés qu'il avait à surmonter. Il forma des aides, mais on les lui enleva pour accompagner son frère dans ce dernier voyage où il devait périr, à moins qu'on ne les ait employés au levé des cartes, car il faut rendre à l'ancien gouvernement russe cette justice qu'il s'est toujours préoccupé de faire connaître les vastes territoires qu'il avait charge d'administrer. A la fin, Delisle ne pouvait plus compter que sur l'aide d'un certain Rollet, professeur de mathématiques français, qui était venu s'établir à Pétersbourg.

Si le gouvernement russe se souciait du levé et de la gravure des cartes de la Russie, Delisle ne s'en préoccupait pas moins (1), et même, quand il avait quitté la France, le ministre de la Marine, M. de Maurepas, lui avait recommandé de faire, autant que possible, progresser la géographie. Il suivit ses instructions, établit un bureau de géographie, et, se défiant des interprètes qu'on lui avait donnés, apprit, pour plus de sûreté, le russe et l'allemand. Plus tard, à Paris, il voulut faire graver une carte de la Russie ainsi que des pays environnants, comme la Suède, la Pologne, la Chine et même les côtes occidentales d'Amérique, avec un commentaire qui aurait été une description détaillée de toutes ces contrées. Ce travail n'a pas été publié, mais la Bibliothèque Nationale en conserve le manuscrit. Notons que Delisle, qui, dans sa jeunesse, avait songé à devenir ingénieur, savait remarquablement dessiner.

Delisle travaillait donc beaucoup, et, de plus, il s'occupait d'enrichir sa bibliothèque. En particulier, désirant posséder tous les documents qui pourraient lui servir pour la composition du grand ouvrage auquel il songeait toujours, il ne manquait aucune occasion d'acheter les journaux d'observation des astronomes qui venaient à mourir. S'il ne put acquérir les manuscrits de Képler, qui étaient alors à Vienne et se trouvent maintenant à Poulkovo, il acheta une partie des papiers de l'illustre érudit Fréret et la correspondance du P. Souciet, un des missionnaires jésuites auxquels on doit le plus de renseignements sur la Chine.

Les manuscrits qu'il ne pouvait acquérir, il les faisait copier.

Cependant, Delisle n'était pas sans éprouver quelques désagréments en Russie. Ses appointements lui étaient payés non sans difficulté ; d'autre part, un homme influent, le conseiller d'Etat Schumacher, nourrissait de mauvais sentiments à son égard, et l'empêchait, selon son pouvoir, de travailler en toute liberté. Bref, notre astronome se lassa de cette situation, demanda son congé, l'obtint, et, emportant une somme ronde, quitta Pétersbourg le 29 mai 1747, à 7 heures du soir. Il arriva à Paris le vendredi 15 septembre, à 4 heures de l'après-midi.

Pendant ce long voyage, il ne perdit pas son temps, et, dans toutes les villes qu'il traversa, il visita les bibliothèques et s'entretint avec les savants. C'est ainsi qu'à Kœnigsberg, il eut l'occasion de voir un livre, où il est traité de la manière de gouverner les Etats, composé par le duc Albert, fondateur de l'Université. Il vit aussi un globe terrestre, de 8 à 10 pouces de diamètre, contemporain des grandes découvertes géographiques du XVI^e^ siècle, sur lequel la Chine était représentée toute proche du continent américain.

A Kœnigsberg encore, il visita le docteur Langhansen, qui lui fit présent d'un exemplaire de l'*Epitome d'Astronomie copernicienne* de Képler. C'était l'exemplaire dont se servait l'au-

par le gouverneur de la colonie, mais ne put obtenir de subsides de Maurepas, ministre de la marine et dut compter surtout sur ses ressources personnelles, qui furent bientôt épuisées, en sorte qu'il lui fallut abandonner son entreprise. Deux gouverneurs successifs du Canada, Beauharnais et La Galissonnière eurent toutes les peines du monde à le faire indemniser, et leur successeur, La Jonchère, dépouilla ses fils de leur héritage.

(1) Presque dès son arrivée en Russie, en 1728, il composa une *Géographie* à l'usage de Sa Majesté impériale. Cette Majesté, c'était Pierre-II, petit-fils de Pierre-le-Grand, qui régna peu. Ce livre eût été tout à fait inutile à Catherine, qui ne savait pas lire.

teur, qui a inséré dans ses marges des corrections et des additions. Ce précieux livre appartient maintenant à l'Observatoire.

A Dantzig, le professeur Kuhn lui expliqua sa théorie des taches du Soleil, qu'il croyait causées par l'existence de nuées sombres flottant autour de l'astre lumineux. A Berlin, il visita le maréchal von Schmettau, grand amateur de géographie.

A Paris, Delisle reprit ses occupation habituelles. Il remonta dans sa chaire du Collège de France, où il avait été suppléé par Pothenot, d'abord, puis par l'abbé de Molières. L'enseignement qu'il donnait était très élevé, en sorte que fort peu d'auditeurs pouvaient le suivre vraiment. Mais il eut cette bonne chance que, parmi ceux-ci, se trouvait le jeune Lalande, qui devait lui succéder et qui lui a consacré un éloge étendu, publié dans le *Nécrologe* de 1770. Lalande suppléa d'ailleurs son maître à partir de 1762. Nous croyons qu'on nous approuvera d'avoir voulu rapprocher le maître du disciple.

Mais, malgré son âge, l'enseignement ne suffisait pas à son activité. Il se fit autoriser à installer un observatoire à l'Hôtel, aujourd'hui Musée, de Cluny, et, au-dessus de la tourelle qui contient l'escalier principal de l'édifice, il fit construire un petit bâtiment en bois surmonté d'une pyramide à six pans ; ceux-ci étaient formés de volets qui s'ouvraient largement et permettaient d'observer dans de bonnes conditions.

S'il y observa peu lui-même, à cause de son âge, Delisle eut le mérite de former et de diriger celui qui fit usage de cet observatoire, Charles Messier (1730-1817), dont le souvenir vient d'être rappelé à Badonviller, sa ville natale, par la pose d'une plaque commémorative sur la maison où il est né. On sait que Messier a été un grand observateur de comètes, et qu'il en a découvert 22 pour sa part. On sait aussi que Louis XV, qui portait quelque intérêt aux sciences, l'appelait le furet des comètes. C'était, à juste titre, car il n'avait qu'un rival dans ce genre de chasse, Montaigne, épicier de Limoges, à qui Turgot avait donné le moyen de faire des recherches dans le ciel et qui en tirait bon parti. On rapporte que cet amateur découvrit un de ces astres au moment où Messier venait de perdre sa femme, en sorte que ce dernier mêlait, dans l'expression de ses regrets, le nom de la défunte à celui de son rival, qui lui avait ravi l'occasion d'une nouvelle découverte.

Et puisque nous parlons de comètes, il convient de rappeler que c'est Messier qui, le premier, vit en France, la comète de Halley, dont le retour, calculé, comme nous l'avons dit, par Clairault, Lalande et Mme Lepaute, excitait vivement l'attention publique. Longtemps à l'avance, Delisle en avait prescrit la recherche à son assistant, qui la découvrit enfin le 21 janvier 1759 (1). Il y avait dix-huit mois qu'il la cherchait. Delambre fait observer avec raison, que La Caille n'aurait pas voulu employer son temps d'une manière si peu fructueuse pour l'Astronomie. Delisle ne publia point d'abord les observations de Messier, il les réservait pour un traité qu'il voulait consacrer aux comètes en général. Cela lui a valu beaucoup de reproches, sans doute exagérés. L'âge avait peut-être déjà diminué ses facultés.

Delisle vieillissait donc, et il n'avait que des appointements très réduits. Par bonheur, sa collection de livres et de manuscrits était d'une richesse incomparable. On le sut en haut lieu, et on prit, à son égard, une louable décision. L'astronome céda au roi la propriété de ses livres et de ses manuscrits, et, en échange, il reçut le titre et les appointements d'astronome de la Marine en plus d'une rente viagère, en sorte que chaque année il avait environ 8.000 livres à sa disposition. C'était une véritable fortune pour un homme ayant des goûts aussi simples. Quand il eut cessé de vivre, sa collection fut partagée entre l'Observatoire et le Dépôt de la Marine. Il y a aussi des manuscrits de lui dans une bibliothèque où on ne serait sans doute pas tenté de les aller chercher, à celle de la Chambre des Députés ; ils seraient mieux ailleurs.

Jusqu'en 1762, Delisle occupa sa chaire ; alors, il sentit le besoin de se faire suppléer. Depuis quatre ans déjà, il avait renoncé aux observations, bien qu'il eût conservé une vue excellente. Son élève Messier eut dès lors la jouissance de l'observatoire de Cluny ; il ne mourut qu'en 1817, et la petite construction en planches où l'on avait tant travaillé se voyait encore. Victor Hugo en parle dans les *Misérables*.

En 1763, Delisle, devenu veuf, se retira à l'abbaye de Sainte-Geneviève, ce qui donne à penser que ce catholique sincère appartenait au parti janséniste. Mais il n'y resta pas jusqu'à la fin de sa vie. Des intrigants, dont une femme, paraît-il, abusèrent de la candeur de ce vieillard, et réussirent à lui faire quitter l'asile honorable où il s'était retiré, pour aller vivre avec eux. Si Voltaire a eu connaissance de cette « fugue » d'un vieux janséniste, il a dû bien rire. Il va sans dire qu'ils agissaient ainsi en vue de détourner à leur profit la grosse pension dont il avait la jouissance. Ils firent si bien qu'ils le ruinèrent absolument et qu'à sa mort, arrivée le 12 septembre 1768, son neveu Buache et son

(1) Il y avait d'ailleurs un mois déjà qu'un paysan saxon, nommé Palitsch, avait découvert la comète à l'œil nu. C'est quand ce fait fut connu que Delisle permit à Messier de publier ses observations.

élève Messier durent se cotiser pour qu'il ne fût pas enterré comme un indigent, dans la fosse commune.

Avoir formé Godin, Lalande, Messier, ce sont de vrais titres de gloire. Delisle avait d'autres mérites, c'était un homme des plus charitables, et, nous l'avons vu, il se fit tort à lui-même par cet excès d'altruisme, que les lignes suivantes de Lalande permettront d'apprécier.

« Dès lors, son revenu, qui était plus que suffisant pour ses besoins, étant de près de 8.000 livres de rente, fut partagé avec les pauvres ; il allait visiter les malades ; il faisait des pensions ; il payait des loyers ; il faisait tout cela avec une profusion et une facilité dont on abusait souvent, mais dont il ne se repentait jamais, lors même qu'il s'était refusé le nécessaire.

LA LOUTRE

par P. MATHIAS

Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Montpellier

La Loutre commune (*Lutra lutra* L.) est un carnivore aquatique de la famille des Mustélidés. Sa longueur totale, mesurée de la pointe du museau à l'extrémité de la queue, varie de 1 m. 20 à 1 m. 50 ; sa hauteur prise au garrot, oscille entre 0 m. 30 et 0 m. 33 ; son poids peut atteindre jusqu'à 15 kilogrammes. Les femelles sont plus grêles et plus petites que les mâles.

Le corps est allongé, la tête large et aplatie, les yeux petits. Les oreilles arrondies sont presque complètement cachées dans la fourrure. Les membres courts et forts possèdent des doigts réunis par une membrane qui s'étend jusqu'aux griffes, aux pattes postérieures. La queue, qui a de 0 m. 35 à 0 m. 45 de long, est déprimée à la base.

Le corps est recouvert par une fourrure courte et épaisse, de couleur brun foncé sur le dos, plus claire sur le ventre et la gorge ; les femelles ont un pelage plus clair que celui des mâles.

A terre, sa marche est plutôt lourde, mais, dans l'eau, la Loutre se déplace avec une agilité tout à fait remarquable. Elle plonge à merveille et peut rester plusieurs minutes sous l'eau. Elle établit toujours son nid au voisinage d'une rivière ou d'une pièce d'eau, soit dans une fente de rocher, soit sous des racines d'arbres de la rive, soit dans un terrier. L'entrée de ce dernier est située à environ 0 m. 50 au-dessous du niveau de l'eau et donne accès dans un couloir de 1 m. 50 de long environ, qui remonte obliquement jusqu'à une chambre peu vaste, tapissée d'herbes sèches dans laquelle la Loutre vient se reposer. Du plafond de cette loge part une étroite cheminée d'aération qui vient s'ouvrir à la surface du sol, le plus souvent au milieu des broussailles. La disposition de l'entrée permet ainsi à la Loutre de quitter sans bruit son nid, pour aller chercher sa nourriture ou pour fuir lorsqu'elle se croit en danger. La Loutre ne prend pas grand soin de son terrier car elle change volontiers de contrée, soit lorsque la nourriture devient peu abondante, soit lorsqu'elle se sent traquée.

Les Loutres âgées vivent en général solitaires. Les femelles se rencontrent souvent groupées entre elles et avec des jeunes. Ce n'est qu'au moment des amours, c'est-à-dire vers la fin de février ou le début de mars, que l'on peut voir des mâles et des femelles pêcher de compagnie. La gestation dure neuf semaines et au mois de mai la femelle met bas, sous des racines d'arbres de la rive, de 2 à 5 petits aveugles, qui vont à l'eau à l'âge de deux mois. Ils restent alors durant à peu près six mois sous la surveillance de la mère et ne deviennent adultes qu'à trois ans.

Durant le jour, la Loutre se repose dans son nid, mais dès la tombée de la nuit, elle sort et se met en quête de nourriture. Elle dévore principalement les Poissons, surtout les Salmonides, mais elle est aussi très friande d'Ecrevisses. A défaut de ces proies, elle mange des Grenouilles, des Oiseaux aquatiques (Poules d'eau, Canards, Canetons), des Rats d'eau, des Vers, des herbes, etc. Elle capture les Poissons en les pourchassant et s'attaque de préférence aux plus belles pièces. Elle dévore les petites proies dans l'eau, mais elle emporte les grosses sur la rive. Là elle les mange sur une pierre blanche où l'on retrouve des débris de Poissons et les excréments de la Loutre nommés « épreintes », très reconnaissables à cause des écailles et des arêtes de Poissons qu'ils contiennent. Les épreintes fraîches et chaudes répandent une odeur de miel très caractéristique. Lorsqu'elle n'est pas affamée, la Loutre ne dévore que la région dorsale des Poissons.

La Loutre commune habite l'Europe et l'Asie.

En Europe on la trouve en : Grande-Bretagne, Hollande, Belgique, France, Espagne, Italie, Europe centrale et orientale, Grèce, Scandinavie. En Laponie elle ne remonte pas très haut vers le nord. Elle manque dans les îles de la Méditerranée, sauf à Corfou et en Sicile où elle aurait été introduite assez récemment. On la trouve dans la plus grande partie du nord et du centre de l'Asie, jusqu'à l'embouchure du fleuve Amour. En Sibérie, elle ne dépasse pas le cercle polaire. On la rencontre dans les steppes asiatiques, l'Altaï, la Mongolie, la Chine, la Perse et la Mésopotamie. Elle existe aussi au Japon et en Indo-Chine. Dans le sud de l'Asie, la Loutre commune est remplacée par la Loutre barang (*Lutra barang* Cuv.) qui vit dans les Indes, la Birmanie, la presqu'île de Malacca, l'Indo-Chine et la Loutre cendrée (*Lutra cinerea* Illig.) qui habite les fleuves du sud de la Chine, de l'Indo-Chine, de la Birmanie, de l'Assam, de la presqu'île de Malacca, de Java, de Sumatra et de Bornéo. Cependant dans quelques régions comme l'Indo-Chine, la Loutre commune coexiste avec les deux autres espèces. Dans les Indes on trouve une variété de la Loutre commune qui a une taille plus faible et un pelage plus pâle et que l'on nomme la Loutre nair-nair.

En Afrique, la Loutre commune se rencontre exclusivement en Algérie et en Tunisie. Dans le reste de l'Afrique il existe soit la Loutre du Cap (*L. Capensis* Schinz) (Sud, Est et Ouest de l'Afrique jusqu'à la Sénégambie, Afrique tropicale), soit la Loutre à cou tacheté (*L. maculicollis* Licht.), (Liberia, Cameroun jusqu'au Natal et à la Cafrerie).

En France, la Loutre commune est relativement fréquente dans le bassin de la Garonne ; elle paraît manquer actuellement dans les régions de St-Girons et de Foix (Ariège). Depuis une dizaine d'années elle semble avoir disparu du canton d'Ax-les-Thermes. On la trouve en de nombreux endroits sur la Garonne et ses affluents : la Pique, la Noue, la Longe, la Gimone. On en rencontre sur la Gélise, affluent de la Baïse mais on n'en signale pas sur l'Ariège. Cependant il y en a quelques traces sur l'Hers, affluent de l'Ariège. Elle existe sur le cours supérieur du Tarn et sur ses affluents (La Dourbie et son affluent le Trévezel, l'Aveyron), sur le Lot et le Dropt, mais c'est surtout sur la Dordogne et ses affluents (la Vézère et son affluent la Corrèze, l'Isle et son affluent l'Auvézère, la Dronne) qu'elle est abondante. Elle se rencontre aussi sur de nombreux étangs des départements de la Dordogne et du Lot-et-Garonne.

Dans le bassin de la Loire, la Loutre se trouve sur la Loire mais elle pullule surtout sur l'Allier et ses affluents (La Dore, la Morge, la Stoule, etc.). Le Cher en amont de Montluçon, la grande Creuse et ses affluents la petite Creuse et la Gartempe, la Vienne et son affluent le Taurion hébergent également des Loutres.

Parmi les fleuves côtiers de l'Atlantique, elle se trouve sur la Charente et son affluent la Seugne, le Lay, la Seudre. Elle abonde dans les marais de Vendée, du Poitou, d'Aunis et de Saintonge ainsi que sur les étangs de Gâtine et du Poitou.

En Bretagne on la trouve surtout sur les rivières à Salmonides tels que le Scorff, l'Ellé, l'Aulne, l'Elorn, le Guer et le Trieux. Elle existe de même sur les ruisseaux de la presqu'île du Cotentin.

Parmi les fleuves côtiers situés au-dessus de l'estuaire de la Seine, la Loutre se rencontre sur : l'Authie, la Moye, la Bresle, la Somme et quelques-uns de ses affluents. Dans le bassin de la Seine, sa présence est signalée sur la Seine, la Marne et ses affluents, l'Oise et ses affluents, l'Ailette et l'Aisne, l'Yonne et l'Armançon et leurs affluents, l'Eure et son affluent l'Iton. Dans les Ardennes elle pullule sur la Meuse et son affluent le Chiers.

Dans le bassin du Rhône la Loutre est très abondante dans la région lyonnaise. Elle existe sur : le Rhône et ses affluents la Bourbre, la Coize, l'Ozon, la Varèze, la Durance, l'Ain, la Saône et ses affluents (l'Ouche), le Doubs et son affluent l'Orain, l'Ardèche, la Cèze et le Gard. Parmi les fleuves côtiers de la Méditerranée, la Loutre se rencontre sur le cours supérieur de l'Hérault et sur son affluent l'Arre, sur le Var et ses affluents la Vésubie et la Tinée.

La Loutre est susceptible de commettre de graves dégâts dans les rivières poissonneuses, car non seulement elle tue les Poissons pour se nourrir, mais encore par plaisir. Aussi dans les régions où il y a des industries piscicoles on cherche à détruire ce carnassier par tous les moyens possibles. Il faut reconnaître que les efforts déployés à cet effet sont souvent vains, car la Loutre est douée d'une ouïe et d'un odorat très fins qui lui permettent, la plupart du temps, de déjouer les pièges qui lui sont tendus. Pour la détruire on a recours à divers procédés qui sont : le poison, les pièges, la chasse. Comme poison, on emploie d'ordinaire la strychnine, dont on place une petite quantité dans une entaille de 0 m. 10 à 0 m. 15 de long faite dans la région dorsale d'un Poisson que l'on vient de capturer. On place ensuite celui-ci sur une baguette de bois enfoncée dans l'eau, près d'un endroit fréquenté par une Loutre, de telle façon que le dos du Poisson affleure la surface de l'eau. D'infinies précautions sont nécessaires pour que la Loutre ne reconnaisse pas la ruse. Ce procédé dangereux donne du reste très peu de résultats.

La période la plus propice au piégeage est

celle de novembre à fin février. Pour capturer cet animal, il faut employer des pièges à ressort dont les mâchoires sont garnies de dents. Il est tout à fait inutile d'amorçer, car la Loutre ne se nourrit que de proies vivantes. Les pièges employés sont : le piège à planchette, que l'on place soit sous l'eau, soit au contraire sur la terre ferme et le piège spécial pour Loutre qui est toujours placé sous l'eau. Il est dans tous les cas absolument indispensable de prendre de grandes précautions pour ne pas attirer l'attention de l'animal. Le piège à planchette, identique à celui qui sert à capturer les renards, sera tendu sur un passage de Loutre, soit dans l'eau, à l'endroit où elle doit sortir de la rivière ou de l'étang si la profondeur est faible, soit à l'endroit où la Loutre vient déposer ses épreintes. Dans tous les cas, il sera nécessaire, lorsque l'on aura tendu un piège non rouillé, de le cacher avec de la mousse et des feuilles mortes, le tout étant recouvert de terre meuble, mais en ayant soin de conserver au terrain un aspect aussi voisin que possible de l'aspect normal. Le piège qui doit toujours être placé à proximité de l'eau, devra être fixé à l'aide d'une chaîne assez longue, à un piquet enfoncé profondément en terre. Lorsque la Loutre se sent prise, elle cherche à sauter dans l'eau. Le poids du piège et de la chaîne l'empêche de remonter à la surface et elle ne tarde pas à se noyer. Si la Loutre ne peut gagner l'eau après avoir été prise au piège, elle n'hésite pas à s'amputer d'un membre pour pouvoir se sauver. Le piège spécial pour Loutre est un piège à ressort tendu au moyen d'un fil. Ce piège est toujours placé sous l'eau, de telle façon que le fil se trouve à environ 6 centimètres au-dessous du niveau de l'eau. Il est tendu à l'endroit où la Loutre entre dans l'eau ou en sort et doit être dissimulé sous des herbes aquatiques semblables à celles situées à l'entour.

On utilise également pour capturer les Loutres des nasses de fil de fer de grande taille que l'on amorce avec des Poissons vivants. Dans les régions où la Loutre est abondante il arrive fréquemment que les pêcheurs trouvent dans leurs verveux des Loutres noyées qui après avoir dévoré le Poisson capturé n'ont pas réussi à faire un trou dans le filet pour se sauver.

La chasse à la Loutre se fait à l'affût, au filet ou aux chiens.

La chasse à l'affût ne peut se faire que les nuits où il y a clair de lune. Le chasseur doit se placer en vue d'une pierre blanche où la Loutre pourra venir déposer ses excréments, près de l'endroit où on suppose que l'animal doit sortir de l'eau. Cette chasse est souvent peu fructueuse, car la Loutre évente facilement la présence de l'homme grâce à son odorat très subtil. Cependant l'hiver, lorsque les rivières et les étangs sont gelés, on peut la surprendre en la guettant près du trou fait dans la glace par où elle passe pour aller chercher sa nourriture.

La chasse au filet ne peut être pratiquée que dans les rivières dont les rives sont peu riches en herbes. Le filet employé, fait en corde solide a 6 mètres de long sur 2 mètres de large et présente deux ailes latérales de 2 mètres de long. Il est lesté avec des plombs et est maintenu en surface à l'aide de lièges. Une corde passée dans les mailles du filet et des ailes latérales permet de fermer le tout comme un sac. Deux filets semblables sont tendus en travers de la rivière en amont et en aval d'un nid de Loutre mais le filet situé en amont, c'est-à-dire contre le courant, doit être maintenu à l'aide d'un piquet pour que le sac ainsi formé reste ouvert. Un homme est placé auprès de chaque filet et tient la corde qu'il devra tirer dès qu'une Loutre sera contre le filet. On fait une battue avec des hommes et des chiens pour faire sortir la Loutre et dès qu'elle heurte un des filets, on l'emprisonne en fermant le sac. Le filet est alors vivement tiré à terre et l'animal est assommé à coups de bâton avant qu'il ait pu couper les mailles.

La chasse aux chiens, qui est très en honneur en Angleterre et plus encore en Ecosse, consiste à forcer la Loutre sans tirer un coup de fusil ; les piqueurs sont simplement munis d'un harpon constitué par un manche en frêne de 4 mètres de long terminé par un fer à crochets. Le chien utilisé spécialement pour cette chasse est l'Otterhound. Celui-ci est de grande taille, haut sur pattes et possède une tête large et des oreilles pendantes. Son pelage fauve ou rougeâtre, taché de noir ou de gris est formé de poils rudes. L'Otterhound a un caractère hargneux mais est très courageux et possède un odorat très fin. Dans une meute, on distingue deux catégories de chiens, les trouveurs qui dépistent la Loutre et les marqueurs qui par leurs aboiements indiquent l'endroit où la Loutre s'est reposée. Un même chien peut du reste être à la fois trouveur et marqueur. C'est seulement à l'âge de cinq ans que l'Otterhound est bon pour la chasse à la Loutre.

Lors d'une chasse, la meute est divisée en deux groupes qui recherchent la Loutre sur les deux rives du ruisseau. Dès que celle-ci est dépistée, elle se jette à l'eau et descend le courant, pourchassée par les chiens qui nagent à ses trousses. On barre alors rapidement la rivière en amont et en aval avec un filet contre lequel l'animal vient buter mais sous lequel il peut parfois passer. Les chiens poursuivent sans relâche la Loutre qui, à bout de forces, est capturée par eux ou harponnée par des hommes placés près des filets. En Angleterre, au lieu de placer des filets, les chasseurs armés de harpons entrent dans l'eau et forment, en amont et en aval de l'endroit où la Loutre a été trouvée,

une chaîne infranchissable pour l'animal. Les deux chaînes se rapprochent progessivement, diminuent petit à petit l'espace dans lequel la Loutre peut évoluer. Au début de la chasse, la Loutre reste plusieurs minutes sous l'eau, en général plaquée dans les fonds les plus grands, ne remontant respirer à la surface que lorsqu'elle est à bout de souffle. Si la chasse se prolonge, lorsqu'elle est fatiguée, elle est obligée de venir respirer plus fréquemment et elle finit par être la proie des chiens. Elle emploie toutes les ruses pour déjouer les chasseurs et les chiens, remuant l'eau pour la troubler. Mais sa piste se trouve décelée par les bulles d'air qui proviennent de sa respiration et de l'air emporté dans sa fourrure.

La Loutre, capturée jeune est susceptible d'être domestiquée et même dressée à pêcher et à rapporter le Poisson à son maître. En captivité, la Loutre peut être nourrie avec du laitage, du pain, de la viande, des herbes et des fruits.

Lorsque la Loutre abonde dans certaines régions, elle est nuisible car elle détruit des quantités importantes de Poissons ; mais lorsqu'elle existe à l'état d'exemplaires isolés, les dégâts commis ne sont jamais considérables et on peut admettre qu'elle joue alors un rôle presqu'utile en faisant disparaître en premier lieu les Poissons malades ou anormaux qui sont capturés facilement et en empêchant la pullulation des Poissons.

La fourrure de la Loutre est très estimée et est utilisée dans l'industrie des fourrures.

VARIÉTÉS

AFRIQUE EQUATORIALE FRANÇAISE
ETUDES METEOROLOGIQUES EN AVION

Une mission aérienne (1) composée de deux avions, l'un piloté par M. le lieutenant Lucciardi et ayant comme passager M. Richard, chef du Service Météorologique de l'Afrique Equatoriale Française, l'autre avion piloté par le sergent Pasquier et ayant comme passager M. Lapayre, ingénieur-adjoint météorologiste, avait pour but d'effectuer, à différentes altitudes, des mesures de la pression barométrique de la température de l'air, afin de permettre le calcul de la tension de la vapeur d'eau, et des mesures de la radiation solaire. Les mesures de la pression barométrique, de la température, étaient effectuées par moi, celles de la radiation solaire l'étaient par M. Lapayre.

La pression barométrique était directement enregistrée sur le barothermographe du bord. Les mesures de la température étaient effectuées tous les 500 mètres à l'aide d'un thermomètre sec, et d'un thermomètre dont le réservoir entouré d'une mousseline était régulièrement humecté au moment de l'observation au moyen d'une petite fiole remplie d'eau et dans laquelle l'observateur plongeait la mousseline quelques instants avant de faire les mesures. Puis les thermomètres étaient tenus à bras tendus hors de la carlingue et, bien ventilés, étaient ramenés au bout de quelques instants dans la carlingue pour lecture. Les inscriptions des lectures étaient faites immédiatement sur une feuille de papier collée sur une planchette à laquelle pendait un crayon fixé au bout d'une ficelle.

Les mesures de la radiation solaire étaient effectuées à l'aide d'une cellule thermoélectrique (pile de Moll-Gorczynski), disposée sur le fuselage de l'avion et pouvant s'orienter très facilement. Cette pile était reliée à un galvanomètre à miroir dont les déviations de l'aiguille indiquant l'intensité du courant de la pile thermo-électrique très sensible étaient notées tous les 500 mètres et inscrites immédiatement.

Les renseignements obtenus au cours de ce vol (du sol à 5.000 mètres) sont exposés dans le tableau suivant :

Heures locales	Altitude (mètres)	Pression barométrique en m/m	Température au therm. sec	Température au therm. mouillé	Valeur de la tension de la vapeur d'eau	Etat hygrométrique calculé
9.00	(1)	735	27°3	23°0	18.23	68
9.07	500	690	24°0	18°0	12.05	55
9.11	1.000	647	22°0	15°6	9.85	50
9.16	1.500	610	17°8	13°0	8.83	58
9.20	2.000	572	15°2	11°4	8.29	64
9.25	2.500	535	13°2	9°2	6.98	62
9.37	3.000	500	11°0	7°0	5.89	60
9.45	3.500	470	9°2	4°0	4.15	48
9.53	4.000	440	5°2	2°0	4.47?	68?
10.05	4.500	410	+3°5	—2°0	2.60	44
10.30	5.000	382	—1°3	—5°0	2.32	56
11.00	5.250	—	—	—	—	»
11.40	(2)	—	—	—	—	»

Au départ : fracto-stratus (se cumulifiant) base à 500 mètres — voile partiel d'altostratus de 1.500 à 3.500 mètres. A 3.200 m. : sommet d'un système d'alto cumulus en dallage. Pendant le vol se sont formés de gros cumulus, quelques-uns bourgeonnants. L'un d'eux, qui a été contourné, avait son sommet à 5.500 mètres environ. A la descente sa base a été trouvée à 800 mètres. On voit l'énorme développement vertical de cette imposante masse. Entre les cumulus se dessinaient de superbes et étroites vallées aux parois très élevées.

Très haut, à une altitude non atteinte (peut-être vers 8.000 à 9.000 mètres) cirrus fins, épars).

Mesure en avion de la radiation solaire.

L'atmosphère fréquemment nuageuse et la forte tension de vapeur d'eau qui règnent à Bangui m'ont incité

(1) Mission effectuée par MM. Richard et Lapayre, le 7 juillet 1933.

(1) Départ.
(2) Atterrissage.

à effectuer quelques mesures de la radiation solaire à haute altitude afin d'établir des points de comparaison avec les valeurs trouvées au sol et d'essayer de déterminer l'influence de la température, tension de vapeur, etc...

Le Capitaine commandant l'escadrille de l'A. E. F. a bien voulu m'autoriser à effectuer quelques vols sur un avion que j'ai fait munir, grâce à l'aide précieuse et bénévole du personnel de l'aviation, d'un dispositif permettant l'installation d'une cellule thermoélectrique. Ce dispositif, très simple, se compose d'une rotule fixée sur la carlingue derrière le passager. Cette rotule supporte la cellule qui peut, en cours de vol, être orientée normalement aux rayons solaires. L'intensité du courant de la pile thermoélectrique est mesurée au moyen d'un galvanomètre à miroir sensible à $1 = 10^6$ et muni d'un shunt.

Les vibrations rapides imprimées au fuselage par le moteur ne paraissent pas affecter sensiblement l'équipage mobile du galvanomètre. D'ailleurs l'emplacement choisi pour ce dernier : la partie, horizontale en cours de vol, du fuselage séparant le pilote du passager permet de fixer le galvanomètre tout en l'isolant de la paroi, au moyen d'épaisses lanières de caoutchouc qui absorbent à peu près complètement les vibrations.

Il convient cependant de prendre, en cours de vol, de nombreuses précautions soit pour maintenir la cellule thermoélectrique perpendiculaire aux rayons solaires, soit pour la lecture des déviations de l'échelle de galvanomètre. La précision des mesures est de l'ordre de 5 à 10 %, ce qui donne déjà des résultats intéressants. Le perfectionnement du dispositif, que j'étudie d'autre part, permettra des approximations encore plus grandes et laisse entrevoir la possibilité d'étudier soit la radiation globale comme il vient d'être décrit, soit la radiation directe seule.

Les résultats consignés dans le tableau ci-joint seront annexés aux mesures de radiation que j'ai faites au sol et qui constituent un des ordres de recherches de la mission polaire en A. E. F.

Altitude au-dessus du terrain	Heure	Hauteur du soleil	Nombre des atmosphères	Température au soleil	Pression en mm.	Tension de vapeur	Intensité calgr. cm² min.	Remarques
0	9.04	45°	1.41	27°3	735	18.36	0.900	Cirrus fins épars pour toutes altitudes.
500	9.07	45°5	1.40	24°	690	12.05	0.960	idem.
1.000	9.15	47°	1.36	22°	647	9.80	1.160	idem.
1.500	9.18	47°5	1.34	17°8	610	8.83	1.320	L'avion passe dans un couloir entre des cumulus, cirrus en altitude.
2.000	9.27	48°	1.33	15°2	572	8.29	1.48	idem.
2.500	9.35	50°	1.30	13°2	535	6.98	1.72	idem.
3.000	9.45	52°	1.26	11°0	500	5.89	1.76	idem.
3.500	9.56	54°	1.23	9°2	470	4.15	1.60	L'avion survole un système d'altocumulus groupés, cirrus plus denses en altitude.
4.000	10.10	56°5	1.19	5°2	440	4.17	1.64	idem.
4.500	10.27	60°0	1.25	3°5	410	2.60	1.48	idem.
5.000	10.55	67°	1.09	1°3	382	2.32	1.36	idem.
4.500	10.58	69°	1.07	»	»	»	1.60	idem.
4.000	11.01	69°	1.07	»	»	»	1.48	idem.
3.500	11.04	69°	1.07	»	»	»	1.48	idem.
3.000	11.06	69°5	1.07	»	»	»	1.60	idem.
2.500	11.08	70°	1.07	»	»	»	1.62	Cirrus, passages entre des cumulus..
2.000	11.10	70°5	1.06	»	»	»	1.68	Altostratus très minces.
1.500	11.14	71°	1.06	»	»	»	1.48	Les cirrus subsistent plus ou moins denses.
1.000	11.16	71°	1.06	»	»	»	0.72	Passages irréguliers de cumulus floconneux.
500	11.19	71°5	1.05	»	»	»	0.96	idem.
0	11.25	72°0	1.05	»	»	»	0.84	idem.

Altitude du terrain d'aviation de Banqui : 400 mètres.

Il convient de prendre, en cours de vol, de nombreuses précautions soit pour maintenir la cellule thermoélectrique perpendiculaire aux rayons solaires, soit pour la lecture des déviations de l'échelle de galvanomètre. La précision des mesures est de l'ordre de 5 à 10 %, ce qui donne déjà des résultats intéressants. Le perfectionnement du dispositif, que j'étudie d'autre part, permettra des approximations encore plus grandes et laisse entrevoir la possibilité d'étudier soit la radiation globale comme il vient d'être décrit, soit la radiation directe seule.

Les résultats consignés dans le tableau ci-joint seront annexés aux mesures de radiation que j'ai faites au sol et qui constituent un des ordres de recherches de la mission polaire en A. E. F.

NOTES ET ACTUALITÉS

Physique

Le trajet des radioondes. — Le trajet des radioondes a fait l'objet d'une conférence de Sir Frank Smith (1), à l'Institution of Mechanical Engineers, le 27 avril 1933.

Smith a fait observer qu'il est possible de communiquer de l'énergie à une antenne donnée, de manière à obtenir un champ électrique dont la composante dirigée vers le haut atteigne une valeur notable, et dont les lignes de force restent sans contact avec le sol. Dans ces conditions, convient-il de prévoir que les radioondes subiront une réfraction assez prononcée pour provoquer leur transmission autour du globe ? La question est loin d'être résolue.

Dans la pratique de la T.S.F., un certain nombre d'anomalies se sont accusées dès le début. L'énergie de réception des signaux dépassait de beaucoup celle qui était

(1) *Engineering*, 5 mai 1933.

fournie par le calcul. Les résultats diurnes et nocturnes se différenciaient notablement. Sur les très longues distances, c'étaient les petites ondes qui se montraient les plus satisfaisantes.

C'est afin de rendre compte de ces données expérimentales que, dès 1902, Kennelly et Heaviside ont présumé, dans l'atmosphère supérieure, l'existence d'une région réfléchissante. D'autre part, l'influence éventuelle, sur les perturbations, de l'ionisation de l'air supérieur, fonction elle-même de la radiation solaire, a été envisagée par Eccles en 1912. D'après les études faites sur l'aurore, l'ionosphère ou couche conductrice ionisée, d'altitude supérieure à 90 kilomètres, aurait une conductivité variable avec la direction et imposerait une polarisation à toute onde qui viendrait la pénétrer.

On peut supposer que les ondes courtes et moyennes pénètrent, pour la plupart, dans la partie inférieure de l'ionosphère, où la réfraction qu'elles subissent suffit pour les ramener au sol. Les grandes ondes, de l'ordre d'une vingtaine de kilomètres, voyagent à la surface sur une grande distance. Lorsque la longueur d'onde s'abaisse à une cinquantaine de mètres, la composante de sol diminue, tandis que la composante spatiale pénètre dans l'ionosphère. Pour une dizaine de mètres de longueur d'onde, l'onde spatiale cesserait de retourner à la terre.

En étudiant, par une méthode de battements, la transmission d'une onde de 400 mètres, Appleton a été conduit à envisager, au-dessus de la couche de Kennelly-Heaviside, à une altitude environ triple, une seconde couche ionisée. Dans l'intervalle des deux couches conductrices, l'ionisation resterait très peu prononcée. Certaines ondes, assez courtes pour n'être pas influencées par la couche de Kennelly-Heaviside, seraient cependant susceptibles d'être réfléchies par la couche d'Appleton. Les ondes très courtes, d'une dizaine de mètres et au-dessous, pénètreraient dans les deux couches.

Les mesures physiques, pratiquées pendant l'éclipse solaire du 31 août 1932, ont conduit les observateurs à considérer, comme principal agent d'ionisation de l'atmosphère, le rayonnement ultra-violet du soleil. S. V.

Chimie physique

Action des électrons sur les explosifs. — Les premières recherches concernant l'action exercée sur les substances explosives par le bombardement d'électrons animés de grande vitesse ont été exécutées par le physicien russe Roginsky en 1932. En soumettant de la nitroglycérine à un bombardement électronique, cet auteur n'a pas observé de réaction explosive, mais seulement une décomposition lente, 4 à 10 molécules de nitroglycérine étant décomposées par chaque électron.

Plus récemment (*Bulletin de la Société chimique*, mai 1933) MM. Trillat et Muraour ont étudié l'action des électrons sur un explosif particulièrement sensible : l'iodure d'azote. Ce corps, après avoir été préparé par action d'une solution alcoolique d'iode sur une solution aqueuse d'ammoniaque était lavé à l'alcool et séparé en tout petits fragments qu'on mettait à sécher à l'air sur papier filtre. Des expériences comparatives ont, en outre, été faites avec les explosifs suivants : Acide picrique, picrate de plomb, trinitrotoluène, coton poudre sec, mélange de 50 % coton collodion et 50 % mitroglycérine, hexogène cristallisé (dérivé nitré de l'hexaméthylène-tétramine), poudre collodale à 50 % nitroglycérine, poudre colloïdale de 25 % nitroglycérine et 9 % de centralite.

Les électrons étaient produits par un tube coolidge à grande puissance, destiné à fonctionner sous 250.000 volts. L'appareil comprenait une partie centrale, reliée aux pompes supportant, au moyen de rodages, deux ballons de verre dont l'un contient le filament et dont l'autre se termine par une fenêtre en cuivre rouge, refroidie par l'eau. Cette fenêtre est percée de trous obturés par une feuille d'aluminium de 1/1000 d'épaisseur.

L'appareil fonctionnait sous une tension de 100.000 volts et un courant de 10 milliampères. Dans ces conditions les électrons effectuaient dans l'air libre un parcours de plusieurs centimètres. Les explosifs étaient déposés sur une petite plaquette de bois qu'on approchait à 5 millimètres environ de la fenêtre de sortie des électrons. Les explosifs étaient soumis au bombardement intense des électrons pendant dix à quinze secondes seulement, afin d'éviter l'échauffement qu'aurait produit une action prolongée.

Il est curieux de signaler que, dans ces conditions, aucun des explosifs étudiés n'a explosé, pas même l'iodure d'azote qui détonnait cependant, si immédiatement après l'exposition, on le soumettait au moindre choc. A. Bc.

Radioactivité

Une nouvelle source radio-active dans l'Allier. — Un arrêté ministériel en date du 17 juin écoulé a autorisé l'exploitation, comme eau minérale naturelle, de la Source « La Bonne Fontaine », propriété de la Société des Mines de Charrier à Laprugne, dans l'Allier.

Cette source (déjà connue des Anciens) jouissait, dans toute la contrée, d'une très vieille réputation, elle va pouvoir maintenant dépasser le cadre local.

L'eau de Charrier est froide (8° au griffon), elle a un goût légèrement astringent et sa pureté chimique est exceptionnelle. Alors que la minéralisation de l'eau d'Evian est d'environ 0 gr. 500 par litre, et celle de Bagnoles-de-l'Orne de 0 gr. 060, celle de l'eau de Charrier est de 0 gr. 023.

Cette eau présente, en outre, une pureté bactériologique unique : ni bactéries, ni colonies.

Elle est enfin une des eaux froides les plus radioactives actuellement connues dans le monde entier. Le professeur Lepape, du Collège de France, a fixé sa radioactivité à 12 millimicrocuries de radon par litre d'eau.

Toutes ces particularités donnent à l'eau de Charrier des propriétés thérapeutiques remarquables qui ne manqueront pas d'élargir son ancienne réputation basée seulement sur l'expérience.

Nous donnons, ci-après, les résultats des analyses faites à la « Direction de l'Hygiène, du Travail et de la Prévoyance sociale » :

I. — Examen physique.

Odeur	Nulle
Saveur	Un peu acidulée
Turbidité (en gouttes de mastic)	Inférieure à 1
Limpidité	Eau claire
*p*H	4.2

II. — Analyse chimique.

(tous les résultats sont exprimés en milligr. par litre)

a) Recherches générales :	
Matière organique en oxygène emprunté au permanganate de potasse	
Solution alcaline	0.15
Azote ammoniacal	0.
Résistivité électrique	49.000
Résidus à 110°	26
Degré hydrotimétrique total	0.7
Degré hydrotimétrique permanent.	0.7
Alcalinité (en CaO)	3
b) Recherches spéciales :	
Anions	
Nitrites, en azote nitreux	0
Nitrites, en azote nitrique	0.4
Chlore des chlorures (en Cl.).....	2.5
Acide sulfurique (en SO^3)	1.9
Acide phosphorique	0
Silice (en SiO^2)	9
Cations	
Chaux (en CaO)	1.8
Magnésie (en MgO)	0.8
Sodium	1.6
Potassium	1.8
Fer (en Fe^2O^3)	0.6
Alumine (en $Al^2(0^3$)	0.2
Manganèse	Traces infimes
Cuivre	0.01

III. — Analyse bactériologique.

Nombre de germes renfermés par c.c. :	
Colonies non liquéfiantes	1
Colonies liquéfiantes	0
Caractérisation et numération de certaines espèces suspectes :	
Bactérium Coli Communis, par litre.....	0
Micrococus Enteritis (Enterocoque)	0
Bacillus Perfringens	0
Germes producteurs d'hydrogène sulfuré....	0
Bactéries putrides	0

IV. — Conclusions.

Eau de pureté bactériologique exceptionnelle.

Eau excessivement peu minéralisée au point de vue chimique avec présence d'acide carbonique libre présentant une assez forte proportion de sels alcalins vis-à-vis des alcalinos terreux.

Nous ajouterons que Laprugne est situé à la partie septentrionale des Monts du Forez et à une trentaine de kilomètres seulement de la grande station de Vichy. Elle enrichit ainsi la gamme des eaux bourbonnaises dont le bassin hydrominéral devient sans rival.

V. C.

Physiologie

La position accroupie, posture physiologique. — Plus il se civilise, plus l'homme dans ses attitudes et les mouvements de chaque jour s'éloigne de l'état de nature et s'entoure d'artificiel. Il modifie la technique de ses gestes selon les nécessités mécaniques ou dans un but de confortable accru. De nouvelles habitudes naissent qui peuvent, à la longue, retentir fâcheusement sur les fonctions physiologiques.

Sans doute le sport et la culture physique en faisant travailler tous les muscles réhabilitent certaines attitudes et rendent plus harmonieux le développement ; par contrecoup les fonctions physiologiques s'en trouvent améliorées. Mais la pratique de tels exercices est-elle assez répandue pour espérer que ses bons effets en seront partout ressentis ?

Or, il est une posture que les conditions de la vie moderne ont rendu, du moins pour les occidentaux, complètement désuète : c'est la position accroupie. Tandis que certains peuples conservent la traditionnelle habitude de s'asseoir à même le sol ou tout au moins sur des sièges très bas, la standardisation civilisatrice a implanté et répandu, à l'exclusion de tous autres, les sièges hauts sur lesquels, jambes pendantes, nos contemporains passent la majeure partie de leur temps. Ceci ne serait que d'un inconvénient restreint si cette posture assise ne s'étendait aux actes essentiels de l'excrétion physiologique. Sans parler de la miction, effectuée en position debout ou assise, la défécation, avec les sièges actuellement employés, abandonne elle aussi la posture accroupie, la seule cependant qui soit rationnelle. Certains ont très justement attiré l'attention sur les avantages physiologiques du trou à la turque et l'attitude naturelle que gardent, pour ces actes essentiels, les peuples moins assoiffés de confortable fait la preuve d'une meilleure logique. Un explorateur voyageant sous un déguisement avec une caravane ne dit-il pas que la principale difficulté pour lui de ne pas faire reconnaître sa qualité d'Européen fut de s'astreindre à uriner accroupi ?

Cette posture physiologique est, en effet, la seule qui convienne à l'excrétion correcte des organes contenus dans le bassin et l'abandon total de cette habitude n'est peut-être pas étranger aux troubles digestifs, constipation en particulier, si répandus et gros de conséquences sur la santé.

Tel est, du moins, l'avis de Mme Katleen Vaughan (« Archives d'Electricité Médicale », juillet 1933), qui, considérant le point de vue plus particulier de l'accouchement, voit dans les méthodes obstétricales d'aujourd'hui, une cause importante des trop fréquents accidents qu'on observe au cours d'un acte naturel.

En effet, chez les peuples orientaux ou moins civilisés l'accouchement se fait, en général, en position accroupie ou agenouillée et la délivrance paraît plus aisée. L'auteur a donc recherché s'il n'était pas possible de mettre en évidence par la radiographie les modifications que doit apporter cette posture aux dimensions du pelvis.

Chez l'enfant, elle a pu se rendre compte que l'accroupissement tend à redresser le promontoire et des mesures précises effectuées sur une fillette de dix ans ont montré que la flexion forcée des genoux ramenés au menton fait passer la distance promonto-pubienne de 106 millimètres à 123, soit un gain de près de 2 centimètres.

Chez la femme, la technique est plus difficile et sans pouvoir apporter de chiffres précis, il est logique de penser que les phénomènes sont analogues. On a pu, d'ailleurs, constater, dans un cas, que la posture accroupie avait nettement favorisé l'engagement de la tête, amorçant ainsi, chez une primipare, une délivrance qui s'annonçait difficile.

Dans cette position les ischions se soulèvent et s'écartent légèrement, augmentant l'angle sous-pubien. Le bassin prend de haut en bas un calibre plus régulier : le détroit supérieur ovale transversalement s'agrandit suivant son diamètre antéro-postérieur, le détroit inférieur ovale d'avant en arrière s'élargit grâce à l'écartement des ischions.

Cette position serait donc nettement avantageuse et plus commode, en tous cas, que celle de Walcher qui

consiste à faire asseoir la patiente sur le bord d'une table, jambes pendantes, posture rappelant celle qu'emploient les Indochinois lorsqu'un aide « fait le dos ».

On doit savoir gré à Mme Vaughan d'avoir attiré l'attention sur ces faits et d'en avoir entrepris une étude précise. Le besoin de confortable qui régit la lente évolution de nos habitudes d'Occidentaux ne doit pas faire perdre de vue ce que les coutumes ancestrales et les gestes millénaires avaient de logique et de naturel.

Dr DIDIÉE.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

L'utilisation des chaudières d'échappement à bord des pétroliers. — On sait que les gaz brûlés possèdent, à l'évacuation des moteurs à combustion, une température élevée et que leur expulsion pure et simple à travers un silencieux représente un gaspillage d'énergie qui est fort loin d'être négligeable. A une température qui peut varier de 255 à 285° pour les moteurs à deux temps, et de 365 à 395 pour les moteurs à quatre temps, les gaz emportent une fraction de la chaleur contenue dans le combustible, que l'on peut estimer à environ 29 %.

Un moyen pratique de récupérer une portion notable de cette énergie, consiste à faire passer les gaz, à leur sortie du moteur, à travers les tubes de chaudières d'un type spécial, dit d'échappement, afin de produire de la vapeur qui sera utilisée à différentes fins. Ces chaudières, dont il existe différentes conceptions, sont aujourd'hui d'un emploi courant à bord des navires à moteurs Diesel. Bien entendu, il s'agit d'appareils qui diffèrent essentiellement des chaudières ordinaires, étant donné qu'en raison de la température relativement faible des gaz, la transmission de chaleur ne peut s'opérer que par convection.

L'installation de chaudières d'échappement, intéressante dans la plupart des cas, offre un avantage tout spécial à bord des grands pétroliers modernes, pour l'alimentation des auxiliaires à vapeur. Il s'agit, en l'espèce, d'un exemple particulièrement typique de ces recherches récentes en vue d'améliorer le rendement économique des installations, dont j'ai signalé dernièrement l'importance et que l'aggravation continue de la crise a grandement contribué à stimuler et, dans l'ensemble, à mener déjà à bonne fin.

Il existe, on le sait, quelques entreprises extrêmement puissantes de transport des combustibles liquides par mer, dont certaines relèvent des Sociétés pétrolières elles-mêmes. Ces entreprises, qui possèdent d'ailleurs des filiales dans les différentes nations intéressées à ce trafic, disposent de flottes nombreuses; il a donc été pour elles relativement facile de procéder à des enquêtes comparatives et d'aboutir finalement à des résultats précis.

Le type le plus habituel du grand pétrolier moderne comporte la propulsion par moteur Diesel ; mais il existe, à côté de la propulsion proprement dite, un autre emploi de la force motrice qui représente, pour certains grands bâtiments et les pétroliers notamment, une dépense d'énergie relativement importante : il s'agit de la conduite des appareils auxiliaires de bord. Indépendamment des auxiliaires relatifs aux moteurs de propulsion eux-mêmes, relativement plus importants que pour les machines à vapeur, l'équipement d'un pétrolier comporte, en dehors des appareils de coque habituels et encore des groupes électrogènes, une installation de pompage relativement puissante.

La solution acceptée d'abord le plus généralement a consisté à adopter l'électricité pour la conduite de tous les auxiliaires, le courant étant fourni par des générateurs conduits par des moteurs Diesel. Ce système, qui a des avantages sans doute, donne lieu à une dépense de combustible que les circonstances économiques n'ont pas tardé à faire apparaître comme excessive.

Il est à remarquer que, même dans le cas de la solution électrique intégrale, l'emploi de la vapeur ne pouvait être totalement éliminé. On devait le conserver pour certains usages, tels que le chauffage des citernes, des huiles de graissage, et encore celui des emménagements, la cuisine. Un groupe de deux chaudières, dites auxiliaires, de dimensions réduites et chauffant au mazout, suffisait d'ailleurs à cet emploi. Mais certains constructeurs ont préféré installer des chaudières auxiliaires plus puissantes et adopter la vapeur pour la conduite d'un plus ou moins grand nombre d'appareils. Sur quelques navires, tous les auxiliaires sont mus par la vapeur ; toutefois, si cette solution restitue les anciens avantages de souplesse et de simplicité, appréciés sur les pétroliers propulsés par la vapeur, elle demeure encore onéreuse. Sur un bâtiment ainsi conçu, de 11.000 tonnes de portée en lourd et dont la force propulsive est de 2 900 CV effectifs, on a relevé, au cours d'une rotation de 329 jours, pendant lesquels environ 65 000 milles ont été parcourus, des consommations journalières de 4 t. 61 pour les auxiliaires, alors que la consommation afférente à la propulsion ne dépassait pas 10 tonnes.

C'est dans de telles conditions qu'apparut l'intérêt des chaudières d'échappement, dont le principe avait commencé de s'affirmer entre temps. Leur utilisation, réduite d'abord à quelques usages qui ne réclament pas une forte dépense d'énergie, comme le chauffage des logements et la cuisine, ne tarda pas à connaître une extension progressive, au fur et à mesure que se précisait le résultat des essais comparatifs. Ainsi, sur le pétrolier dont il vient d'être question, grâce à l'installation d'une chaudière d'échappement, qui était cependant insuffisante pour fournir la totalité de la vapeur nécessaire à la conduite des auxiliaires, la consommation journalière de ces derniers peut être réduite de 1 t. 5.

Sur d'autres pétroliers, analogues au précédent, mais où l'installation peut être mieux remaniée, cette consommation ne dépasse pas 2 t. 32, pour 10 à 11 tonnes brûlées par les moteurs de propulsion.

On comprend que les armateurs se soient rapidement ralliés à un principe dont l'avantage se manifestait aussi nettement. En même temps que les chaudières se perfectionnaient elles-mêmes, les techniciens s'ingéniaient à les installer au mieux des possibilités offertes par les dispositions des navires existants. La chaudière chauffée par les gaz évacués des moteurs ne pouvant suffire à fournir toute la vapeur nécessaire, du moins dans toutes les circonstances du service, on maintint l'installation de chaudières auxiliaires chauffant directement au mazout : toutefois, ces dernières n'interviennent plus que comme moyen de secours, en vue des moments de surcharge ou encore pour le déchargement de la cargaison.

La quantité de vapeur nécessaire a pu, d'ailleurs, être réduite, du fait que les installations les plus récentes comportent la conduite de certains appareils pour les moteurs principaux de propulsion eux-mêmes. Dans ces conditions, les chaudières d'échappement suffisent largement pour assurer la conduite normale des auxiliaires ; une partie des gaz doit même, dans les circonstances ordinaires, être dérivée au silencieux.

Sur les neuf derniers pétroliers de la *Standard Oil*, dont la portée en lourd atteint 17 800 tonnes, la conception des auxiliaires à vapeur alimentés par chaudières d'échappement, a reçu son application intégrale. Les moteurs de propulsion, de 2 250 CV environ, conduisent directement les principaux auxiliaires, tels que les pompes de balayage, de circulation, de cales, l'embrayage et le débrayage de ces appareils pouvant être effectué en marche. Chaque navire possède deux chaudières d'échappement, munies de réchauffeurs d'alimentation et de sécheurs de vapeur, chacune devant fournir en marche normale un minimum de 440 kilos de vapeur à la pression de 7 kilos. Ces chaudières sont reliées à deux chaudières auxiliaires à chauffe directe, qui forment en même temps réservoir et accumulateur de vapeur; grâce à un dispositif spécial, les brûleurs de celles-ci sont allumés automatiquement, dès que la pression vient à tomber au-dessous d'un niveau déterminé, permettant ainsi de faire face à toute demande considérable et subite de vapeur, comme cela pourrait arriver, par exemple, au cas d'incendie.

En résumé, il résulte de l'ensemble des essais que l'économie réalisée grâce à l'emploi des gaz est assez considérable pour couvrir, et au delà, le coût des modifications à apporter aux installations existantes. On ajoutera que le coût d'installation des auxiliaires est moindre avec la vapeur, indépendamment des avantages de simplicité que cette dernière assure.

LOUIS BASSO.

Construction

Altération des pierres par les intempéries. — *Remèdes.* — L'altération des pierres des monuments, notamment des pierres calcaires, a donné lieu en France, à Paris tout particulièrement (église Notre-Dame, église La Trinité, monument aux morts de Bartholomé, etc.), à des constatations regrettables pour certaines parties de ces constructions.

Ces altérations, dûes aux fumées acides, sont extrêmement importantes dans les villes. Dans la campagne, on ne peut craindre seulement que les altérations de gélivité qui fendent les pierres ou les moulinent (c'est-à-dire émoussent leurs arêtes). On peut éviter ces dernières détériorations en ne choisissant que des pierres non gélives après expertise et essai (1).

Cette question de l'altération des pierres a été souvent examinée, mais jamais elle n'a été traitée d'une manière aussi intéressante que par M. Ef. Power, qui en a fait l'objet d'une communication à l'Institution of the Structural Engineers (2).

Pierres naturelles utilisées en Angleterre. — Les Anglais utilisent dans les soubassements des constructions civiles et dans les ouvrages d'art des travaux publics, des pierres dures comme les granites. Le calcaire de Portland, très employé dans les façades, et la pierre de Bath, calcaire colithique, s'altèrent très vite dans l'atmosphère de Londres, ainsi que les calcaires magnésiens comme la pierre d'Auston dont on s'est servi pour construire le Parlement ; les dégradations de ce monument ont donné naissance, en 1861, au premier Comité pour la préservation des pierres.

Les grès tels les Red Mansfield sont également sujets à des altérations très sensibles.

Pertes provenant de la destruction des pierres. — L'auteur estime que les pertes atteignent 60 millions de livres sterling pour une période de vingt-cinq ans : Londres, en effet, est en grande partie construit en matériaux naturels calcaires.

L'intensité de la destruction de ces calcaires se comprend, si l'on songe que la combustion du charbon en Angleterre donne lieu à la production annuelle de 4 millions de tonnes d'acide sulfurique, quantité qui suffirait à transformer 50 millions de pieds cubiques de calcaire en sulfate de calcium soluble. Il y a lieu de remarquer que le calcaire, ou plutôt la *calcite*, est le ciment agglomérant d'une masse beaucoup plus considérable de grès calcaire ; mais, heureusement, beaucoup de soufre reste dans la cheminée et dans les cendres du charbon. Depuis un certain temps, il convient de tenir compte aussi de la production de CO^2 dûe à la combustion des carburants des voitures automobiles.

Composition et action de l'eau de pluie des villes. — Quoique les brouillards exercent une action nocive, c'est surtout l'eau de pluie précipitée contre les pierres qui est l'agent de destruction le plus important.

L'eau de pluie des villes, à Paris comme à Londres, contient des acides carbonique, sulfureux ou sulfurique en solution, ainsi que des traces de sel d'ammonium. Les acides sulfureux et sulfurique sont les plus actifs :

$$SO^4\ H^2 + CaCO^3 + aq = SO^4\ Ca\ aq + H^2\ O + CO^2$$
$$CaSO^4\ aq\ \text{évaporation} = CaSO^4\ 2H^2\ O$$

Les acides en contact avec le calcaire ne forment pas seulement du sulfate de calcium mais libèrent de l'acide carbonique. En surface, ce gaz n'agit point, mais il en est autrement dans les parties internes de la pierre en présence d'eau où il transforme une grande quantité de calcite en bicarbonate :

$$CaCO^3 + CO^2 + aq = CaH^2\ (CO^3)^2\ aq$$

Cette dernière équation, combinée avec la première, transforme deux fois plus de calcite que ce que ferait prévoir la première équation inscrite, seule.

Ainsi, tout effort pour préserver une pierre par une membrane imperméable, produit au bout d'un certain temps, une désagrégation de la couche de la surface qui se détache : car *la destruction de la pierre se poursuit sous la couche protectrice*, laquelle a toujours une solution de continuité et n'est d'ailleurs pas imperméable aux vapeurs. Le sulfate de calcium formé à la surface est très soluble dans l'eau ; il sera donc délayé et les moulures en relief de la construction seront vite détruites.

Du côté abrité de la pluie, il n'y a pas de délavage, les liquides acides sont plus fortement saturés et les sels de calcium forment un dépôt et provoquent l'exfoliation, phénomène comparable à l'éclatement d'un explosif sous les couches superficielles de la pierre.

Le carbonate de calcium se dépose où l'évaporation de l'eau peut se produire ; cette condition n'est pas nécessaire d'ailleurs pour le sulfate de calcium, car le bisulfate de calcium est plus soluble dans l'eau que le sulfate.

On observe d'abord la réaction suivante :

$$CaCO^3 + 2H^2\ SO^4 + aq = CaH^2\ (SO^4)^2\ aq + H^2O + CO^2$$

(1) Cf. « Les Matériaux », tome I. Les Pierres, par Ed. Marcotte, Gauthier-Villars, éditeur.

(2) *Proceedings*, 1933.

Cette solution de bisulfate mise en contact prolongé avec le carbonate de calcium de la pierre, est neutralisée et donne :

$$CaH^2\ (SO^4)^2\ aq + CaCO^3 = {}_2CaSO^4 + {}_2H^2O + CO^2 + aq$$

D'ailleurs le CO^2 libéré dans les deux réactions ci-dessus, donne la réaction vue antérieurement et poursuit encore la désagrégation.

Quant à l'action des nitrates, elle semble se poursuivre de la manière suivante :

$$CaCO^3 + {}_2H\ NO^3 = Ca\ (NO^3)^2 + CO^2 + H^2O$$

Cette dernière action est d'ailleurs relativement faible.

Les gaz sulfureux agissant sur un calcaire magnésien donnent du sulfate de magnésium, qui est beaucoup plus soluble que le sulfate de calcium : donc les pierres magnésiennes sont encore plus susceptibles d'être exfoliées que les autres.

On désigne d'ailleurs sous le nom d'exfoliation, des boursouflures et diverses ruptures qui s'éloignent de la séparation en feuille proprement dite.

Destruction d'une pierre par contact d'une autre pierre. — Ce phénomène est très fréquent, par exemple lorsqu'un grès est au contact du calcaire. Lorsque les deux matériaux sont employés isolément, le grès est en général très durable, tandis que le calcaire est attaqué assez facilement par les gaz sulfureux et l'air. Mais lorsque ces matériaux sont placés l'un contre l'autre, c'est le grès qui est détruit, parce que les sels provenant de la décomposition du calcaire sont attirés par le grès où l'évaporation produit la désagrégation. Le phénomène a été souvent observé lorsqu'il s'agit d'une pierre calcaire pure associée avec un calcaire magnésien : les sulfate, carbonate et bicarbonate de magnésie déterminent la désagrégation des calcaires dans le calcaire relativement le moins attaquable.

Mauvais jointoyage. — Un jointoyage trop imperméable empêche les pierres de se séparer des sels solubles par évaporation. De nombreux auteurs confirment ce fait et estiment que la perméabilité ou la porosité totale d'une pierre n'a pas d'influence sur ses qualités de résistance aux agents atmosphériques, mais que le rapport de la micro-porosité (volume des pores relativement petits) à la macro-porosité (volume des pores relativement grands) est le facteur déterminant. Par exemple, les échantillons de pierre de Portland à grande micro-porosité et les pierres de Bath identiques, ont mal résisté au vieillissement. Dans certains cas, les Anglais estiment que la désagrégation a une origine bactériologique.

Nous pensons que c'est toujours à l'endroit où l'évaporation peut se produire en donnant lieu à des cristaux assez volumineux, que la destruction est la plus considérable ; si elle se produit en un autre point, elle fait évidemment penser aux micro-organismes.

Méthodes de préservation. — Aucun procédé ne s'est montré pleinement efficace pour protéger, par exemple, la Maison du Parlement. Il semble que les procédés de préservation modernes ne soient pas plus satisfaisants.

Ces procédés peuvent se classer comme suit :
hydrofuges ;
applications chimiques ;
applications antiseptiques.

L'hydrofuge est un enduit ou une peinture à base d'huile de lin, de cire, de résine, etc...

Hoffmann, en 1861, le professeur Laurie plus récemment, ont préconisé un silicate d'éthyle en solution alcoolique qui, par évaporation, dépose la silice dans la pierre. Les agents destructeurs n'en pénètrent pas moins par les joints ou par perméabilité, de sorte que si la surface de la pierre reste saine, les altérations se produisent à l'intérieur, d'où exfoliation.

Hemminyway et Ransome ont indiqué un procédé qui a pour but de précipiter le silicate de calcium.

Dans le procédé du fluate, la pellicule siliceuse est formée par l'emploi d'un silico-fluorine et réaction avec un carbonate de calcium.

La méthode de Church à la baryte tend à transformer le sulfate de calcium soluble en sulfate de baryum insoluble par l'emploi d'une solution, dite hydroxyde de baryum, mais cette méthode est tout à fait inefficace.

L'altération des pierres des monuments n'est pas une constatation nouvelle, on l'avait observée dès le moyen âge et, à cette époque, on pratiquait pour la conservation un revêtement à la chaux grasse. Cela certainement retardait l'attaque de la pierre par formation superficielle du sulfate de calcium, mais ne peut constituer qu'une protection temporaire. Il semble d'ailleurs que le badigeon de chaux était employé plutôt dans un but d'ornementation que pour la préservation.

On utilise maintenant, en Angleterre, un procédé plus radical qui consiste à gratter la pierre jusqu'à la partie saine, puis après préparation d'un modèle, de reconstituer les volumes enlevés à l'aide d'un béton siliceux à fort dosage en ciment (au moins trois parties de ciment pour une d'élément pierreux). En ajoutant une certaine proportion de chaux éteinte au ciment, on facilite l'application du mortier et l'on empêche la fissuration M. Powys n'a jamais constaté de tendance à la fissuration capillaire aux jonctions du mortier de la vieille pierre.

Cette méthode nous paraît d'autant plus recommandable que nous avons vu, en Amérique, des monuments et des sculptures en béton qui résistent parfaitement à toutes les altérations. Cependant on peut craindre qu'en procédant ainsi, on puisse détruire le caractère de l'œuvre, qu'il s'agit précisément de protéger, et il semble que la seule solution à ce point de vue, soit le lavage à intervalles réguliers.

Nettoyage à la vapeur. — Ce nettoyage a pour but de détruire les agents d'altération avant qu'ils aient pu commencer leur œuvre et il semble que le lavage doit se faire tous les ans.

Conclusions. — Les procédés autres que le lavage et qui peuvent retarder l'altération des pierres doivent tendre à créer une surface composée de silice. Dans ces conditions, le mieux est de protéger la pierre au moyen d'un béton de ciment portland de nature siliceuse, béton aussi peu perméable que possible. Le rapporteur du Comité de préservation des pierres en Angleterre, fait remarquer que l'emploi des bétons granitiques ou siliceux dans les ouvrages maritimes, met en évidence la résistance des ouvrages à base de ciment portland à la destruction qui peut provenir de cristallisation après absorption.

Quoique nous ne partagions pas une opinion aussi radicale sur le degré élevé de la résistance des bétons de ciment portland, nous pensons qu'il n'y a pas de méthode plus pratique à indiquer ; à condition toutefois que cette application superficielle n'enferme pas le loup dans la bergerie, et que toutes les dispositions soient prises afin que l'humidité ne puisse circuler derrière la protection imperméable. L'humidité ne vient pas seulement de la pluie. Dans de nombreuses constructions anciennes où les fondations sont en contact avec l'humidité du sol, l'eau s'élève par capillarité à des hauteurs assez grandes ; il convient donc de compléter la protection superficielle par une protection horizontale intérieure empêchant toute montée de l'eau des fondations.

L'ascension de l'eau dans les murs est dûe, en partie, à l'évaporation qui se fait sur les parements en contact avec le soleil, évaporation qu'il convient également d'empêcher en usant de revêtement imperméable non seulement à l'eau mais encore aux vapeurs. Nous avons d'ailleurs donné dans notre livre « L'art de bâtir » (1) différents conseils qui permettent de lutter contre l'humidité des locaux habités, humidité aussi fâcheuse pour la santé que pour la conservation des pierres.

Edmond Marcotte.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 16 octobre 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Ghermanesco* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les équations aux différences finies.**

— *W. Nikliborc* et *W. Stozek* (prés. par M. E. Borel). — **Sur les potentiels logarithmiques des doubles couches.**

— *H. Szmuszkowiczowna* (prés. par M. E. Borel). — **Les fonctions quasi analytiques.**

— *J. Devisme* (prés. par M. Elie Cartan). — **Sur les fonctions hypergéométriques et une de leurs extensions.**

STATISTIQUE MATHÉMATIQUE. — *S. Kolodziejczyk* (prés. par M. E. Borel). — **Sur l'erreur de la seconde catégorie dans le problème de M. Sudent.**

RELATIVITÉ. — *J Leroux.* — **Sur une hypothèse de Poincaré.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *M.-L. Dubreil-Jacotin* (prés. par M. H. Villat). — **Sur la détermination rigoureuse des ondes permanentes périodiques d'ampleur finie.**

AVIATION. — *G.-A. Mokzycki* (prés. par M. L. Lecornu). **Sur la possibilité de décollage et d'atterrissage des avions à l'aide d'une fusée.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *E. Esclangon.* — **Sur la pluie d'étoiles filantes du 9 octobre 1933.**

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *A. Buhl.* — **Propagations très générales indifféremment ondulatoires ou corpusculaires.**

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *P. Chambadal* (prés. par M. J. Rey). — **Le dégazage fractionné des eaux chaude et froide dans le procédé Claude-Boucherot.**

ÉLECTRONIQUE. — *J. Winter* (prés. par M. L. de Broglie). — **Sur la théorie de la diffusion des électrons de hauts voltages.**

SPECTROSCOPIE. — *R. Freymann* et *A. Naherniac* (prés. par M. A. Cotton). — **Etude des spectres d'absorption de dérivés benzéniques vers 1μ, 0 à l'aide d'un spectromètre enregistreur.**

Les auteurs ont utilisé le spectromètre pour la région 0μ,8—1μ,2 décrit en 1931, par M. Feymann et auquel ils ont adapté un dispositif enregistreur utilisant le principe employé par M. J. Lecomte. Ce spectromètre utilise comme récepteur une cellule photorésistante à l'oxysulfure de thallium, en liaison avec un amplificateur à triodes et un galvanomètre; le système dispersif est un réseau (mobile par rapport à un cercle divisé). L'enregistrement s'effectue grâce à un système de trois miroirs permettant d'obtenir le déplacement simultané suivant deux directions perpendiculaires d'un spot lumineux sur un papier photographique vertical et fixe. L'appareil permet donc de tracer sur ce papier la courbe transmission (ordonnée) longueur d'onde (abscisse); il est étalonné à l'aide de la raie 10140 Å du mercure en appliquant les formules des réseaux.

Les résultats sont donnés dans des tableaux.

OPTIQUE. — *A. Dufour* (prés. par M. A. Cotton). — **Sur un interféromètre à faisceaux polarisés.**

L'appareil ressemble aux interféromètres à deux ondes et à faisceaux inverses superposés et il comprend comme eux les éléments suivants : collimateur réglé sur l'infini, séparateur pour l'obtention des faisceaux interférents, miroirs plans (ici en nombre pair) et enfin viseur pour l'obtention des franges. Afin de tirer tout le bénéfice de l'emploi de lumière polarisée, l'auteur a introduit dans le montage de l'instrument des dispositions particulières qu'il décrit.

EFFET RAMAN — *L. Médard* et *H. Wolkringer* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur l'effet Raman de l'acide nitrique seul ou en solution.**

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — (prés. par M. Ch. Fabry). — **Sur la fluorescence des molécules diatomiques d'arsenic.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *C.-G. Bedreag* (prés. par M. Maurice de Broglie). — **Système physique des éléments.**

L'auteur a donné précédemment un tableau et un graphique d'ensemble des éléments groupés dans les familles naturelles, telles qu'elles étaient relevées par les caractérsitiques physiques et chimiques, et notamment par les caractéristiques spectrales connues alors. Il redonne aujourd'hui les anciens graphique et tableau, revisés et mis au courant des nouvelles données acquises.

PHYSICO-CHIMIE. — *Ed. Rencker* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Etude dilatométrique de quelques terres ternaires silice-soude-glucine.**

Deux diagrammes montrent : 1° que le remplacement de la silice ou de la soude par la glucine entraîne une élévation de la température de transformation; 2° que le remplacement de la soude par la glucine diminue le coefficient de dilatation alors que celui de la silice par la glucine ne semble pas amener de modification sensible.

CHIMIE ORGANIQUE. — *R. Cornubert* et *M. De Demo* (prés. par M. Delépine). — **L'$\alpha.\alpha'$-diméthylcyclohexanone *trans* de Skita doit être un isomère *cis*.**

Les auteurs ont obtenu des résultats qui diffèrent de ceux de Kita et les expliquent par la variabilité de la nature de l'isomère stéréochimique qui se forme dans certaines réactions (oximes et semicarbazones, par exemple).

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mme F. Bayard-Duclaux* (prés. par M. Ch. Maurain). — **Influence de l'eau d'imbibition des roches sur laur conductibilité électrique.**

Les résultats exposés dans cette Note mettent en évidence cette influence. Une roche étant desséchée a été laissée s'hydrater naturellement dans l'atmosphère de la salle d'expérience et les variations de sa conductibilité et de sa teneur en eau ont été suivies parallèlement. Les

(1) Ch. Béranger, éditeur.

résultats ont montré que la première partie de l'eau absorbée n'exerce qu'une faible influence sur la conductibilité. Ce n'est qu'à partir d'un certain point qu'une très petite augmentation de teneur en eau produit un très fort accroissement de conductibilité.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *C. Arambourg.* — **Observations sur la bordure nord du lac Rodolphe.**

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *J. Bourcart.* — **Sur la situation stratigraphique et l'âge probable de la formation dédritique subatlasique dans le Haut-Atlas de Marrakech.**

Ce terrain « subatlasique » se trouve dans le fond des synclinaux du Bas-Rdat et de Ouanina-Tahanaout, dans l'ouest du Haouz, dans des ombilics creusés par l'érosion dans des anticlinaux triasiques. La formation subatlasique n'est pas plissée, elle a simplement subi l'effet des mouvements qui ont accentué la surrection de l'Atlas et l'enfoncement du Haouz. Elle est plus récente que des calcaires lacustres qui paraissent contemporains des formations « chelléennes » analogues du Tadla ou des lettes intermédiaires.

— *J.-P. Arend* (prés. par M. Le Chatelier). — **Sur les conditions de formation des dépôts oolithiques et les mouvements de l'écorce terrestre.**

Les dépôts oolithiques du N.-E. de la région de Briey sont formés de 1-20 o/o de sédiments marneux et de 99-80 o/o de précipités chimiques. Les sédiments chimiques sont : l'un calcareux, l'autre ferrugineux. L'hétérogénéité des couches et l'alternance des bancs sont dues aux changements des proportions de mélange entre ces trois composants : marnes, floculat calcareux, floculat ferrugineux. Les floculats ferrugineux augmentent avec le *p*H des eaux-mères et inversement les floculats calcareux se déposent avec le *p*H diminuant. Les eaux des océans seules ont pu intervenir dans ces formations; elles ont été injectées sous la pression hydrostatique des abysses, par des fractures primaires, vers les foyers internes.

— *J. Barlot* (prés. par M. Matignon). — **La pyrogénation des schistes bitumineux du Jura franc-comtois.**

La pyrogénation de ces schistes donne naissance à des hydrocarbures, dont on a déterminé les conditions de production optimum. Les rendements en huile brute varient de 65 à 95 litres par tonne suivant les gisements. Les schistes bitumineux du Jura franc-comtois représentent donc une réserve énorme de combustibles liquides, dont la mise en valeur pourrait avoir une répercussion considérable sur l'économie nationale.

HYDROLOGIE. — *S. Frolow* (prés. par M. d'Ocagne). — **Composante undécennale du Nil et du Soleil.**

La valeur relative de la composante undécennale est sensiblement plus grande pour le Soleil que pour le Nil et la Seine. Le régime d'alimentation de ces deux fleuves semble être affecté plus intensément que l'activité du Soleil par les périodes rapides.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *P. Dangeard* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Sur le vacuome des grains de pollen et des tubes polliniques.**

Le vacuome existe, chez le grain de pollen des Phanérogames : soit sous forme de grandes vacuoles liquides, soit sous forme de nombreuses petites vacuoles rondes, soit sous forme d'une poussière d'éléments extrêmement ténus. Le tube pollinique, à son début, ne contient ordinairement pas de grandes vacuoles; des éléments vacuolaires provenant du grain y pénètrent; rien n'indique qu'il y ait formation *de novo* des éléments vacuolaires.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *R. Hamet* (prés. par M. Delépine). — **Sur l'identité de la corynanthéine de Karrer et de l'alcaloïde amorphe extrait par Fourneau du *Pseudocinchona africana*.**

La corynanthéine a été retirée par Karrer et Salomon des résidus de préparation industrielle de la yohimbine. Elle possède comme caractère particulier la solubilité de son chlorhydrate dans le chloroforme, ce qui la distingue en particulier de l'yohimbine et de l'α yohimbine. Cet alcaloïde est identique à l'alcaloïde amorphe retiré par Fourneau de l'écorce de *Pseudocinchona africana*. Il paraît probable que les résidus utilisés par Karrer et Salomon provenaient, non du *Pausinystalia Johimbe*, mais d'une Rubiacée voisine.

PHYSIQUE AGRICOLE. — *H. Geslin* (prés. par M. Maurain). — **Loi de croissance du blé en fonction des facteurs du climat.**

La méthode expérimentale permet d'établir une loi générale de la croissance du blé; celle-ci conduit à établir la notion d'une constante hélio-thermique caractérisant chaque variété de blé cultivé. Ces constantes permettront peut-être de fixer les dates extrêmes de semis et les possibilités de culture d'une variété donnée dans un lieu déterminé.

PHYSIOLOGIE. — *Mlle A. Michaux* (prés. par M. Leclainche). — **Les teneurs du sang total en calcium total et l'élimination de cet élément par la voie rénale au cours du scorbut chronique et du scorbut aigu.**

Chez les Cobayes atteints de scorbut aigu ou chronique, l'élimination rénale du calcium est en moyenne de 0 gr. 037 à 0 gr. 029 par 24 heures, au lieu de 0 gr. 139 chez les animaux normaux. La teneur en calcium du sang total s'élève un peu au cours du scorbut chronique; elle augmente beaucoup au cours du scorbut aigu.

ZOOLOGIE. — *M. Rose* (prés. par M. Caullery). — **Sur un Infusoire Fœttingéridé parasite des Siphonophores.**

On trouve ces Infusoires dans la goutte d'huile logée dans le statocyste du Cœlentéré. Leurs caractères les font ranger dans les Ciliés Apostomes de la famille des Fœttingeridæ. Le parasite, fixé sous forme de kyste à un Copépode pélagique est absorbé avec celui-ci par le Siphonophore. Il éclot dans le statocyste; l'Infusoire grandit puis s'entoure d'huile; la goutte d'huile est finalement remplie d'un magma d'Infusoires qui est expulsé. Les Infusoires libérés dans l'eau de mer se fixent pour se transformer en kystes inertes.

OCÉANOGRAPHIE BIOLOGIQUE. — *J. Feldmann* et *A. Davy de Virville* (prés par M. Molliard). — **Sur les relations entre les conditions physiques et la flore des flaques littorales de la côte des Albères.**

Dans la région étudiée, on doit distinguer deux sortes de flaques : flaques à Chlorophycées, flaques à Phéophycées et à Floridées. Les variations qui existent entre la composition floristique de ces deux types de flaques résultent principalement des différences de température et de salinité; les flaques à Chlorophycées présentent une alcalinité élevée qui est beaucoup plus une conséquence du métabolisme actif de ces Algues, que la cause de leur développement abondant. La forte alcalinité de l'eau de mer n'agit que pour s'opposer à l'établissement de Phéophycées ou de Floridées fragiles dans les cuvettes où abondent les Chlorophycées.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *R.-M. May* (prés. par M. Joubin). — **La formation des terminaisons nerveuses dans les ventouses du bras régénéré du Céphalopode (*Octopus vulgaris* Lam.).**

La formation successive des ventouses sur le bras régénéré permet de suivre leur histogénèse. Aux premiers moments de leur formation, les nouvelles ventouses sont vierges d'innervation. Après un certain temps d'évolution, les sarcoblastes qui entrent dans leur composition semblent attirer sélectivement les faisceaux qui partent de l'axe nerveux central. Les ventouses des Céphalopodes rentrent dans la théorie neurotropique de Cajal. Ces organes agissent comme guide et comme centre d'attraction dans la neurogénèse de leurs terminaisons, sans que l'on puisse déceler de voie préétablie pour celles-ci.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *H.-M. Fox* et *J. Roche* (prés. par M. Desgrez). — **Sur la chlorocruorine cristallisée.**

La chlorocruorine pure du Spirographe présente des analogies avec les hémoglobines des animaux supérieurs. Mais elle s'en distingue par la nature de ses deux constituants; la teneur en soufre (du groupement prosthétique) et en fer (de la protéine conjuguée) est différente pour les deux pigments. D'autre part, la même quantité d'hématine se combine à moins de protéine dans le pigment du Spirographe que dans celui des animaux supérieurs.

M. Mascré.

Séance du 23 octobre 1933.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *J. Karamak* (transm. par M. J. Hadamard). — **Sur les théorèmes de nature taubérienne.**

— *R. Salène* (prés. par M. J. Hadamard). — **Sur les séries de Fourier.**

— *G. Cerf* (prés. par M. Hadamard). — **Sur les équations aux dérivées partielles à deux variables indépendantes de la forme $F[G(z)] = 0$.**

— *D. Michnevitch* (prés. par M. H. Villat). — **Structures des équations aux dérivées partielles du premier ordre à une fonction inconnue.**

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *C. Chevalley* et *R. de Possel* (prés. par M. Hadamard). — **Un théorème sur les fonctions d'ensemble complètement additives.**

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *A. Demoulin.* — **Sur les transformations R et T'.**

— *L. Porney* (prés. par M. L Lecornu). — **Sur une application de la théorie des involutions unicursales aux cubiques et aux quartiques.**

MÉCANIQUE DES FLUIDES. — *S. Nikitine* (prés. par M. H. Villat). — **Sur un principe de diminution de la résistance à l'avancement d'un corps dans un fluide.**

— *L. Sackmann* (prés. par M. H. Villat). — **Sur l'évolution des régimes d'écoulement entre glaces parallèles en fonction de leur écartement.**

— *D. Riabouchinsky* (prés. par M. H. Villat), — **Le phénomène de striation de la couche limite.**

— *V. Volkouisky* (prés. par M. H. Villat). — **Sur les spectres aérodynamiques aux vitesses suprasonores.**

ASTRONOMIE STELLAIRE. — *Ch. Bertrand* (prés. par M. E Esclangon). — **Recherches sur le mouvement des étoiles A.**

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *N. Kyrloff* et *N. Bogoliùboff*. — **Sur quelques propriétés générales des résonances dans la mécanique non linéaire.**

PHYSIQUE NUCLÉAIRE. — *J. Thibaud* (prés. par M. M. de Broglie). — **Etude des propriétés physiques du positron.**

PHYSIQUE SOLAIRE. — *A. Nodon* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur les répercussions terrestres des variations de l'activité solaire.**

Il semble probable qu'on puisse attribuer aux foyers actifs, difficilement observables, la plupart des perturbations électriques, magnétiques et atmosphériques, tandis que l'action de certains foyers visibles, taches en facules, n'est vraisemblablement attribuable qu'à l'association de ces foyers avec ceux qui sont signalés dans cette Note.

ÉLECTRICITÉ. — *A. Egal* (transm. par M. Breton). — **Une nouvelle méthode de mesure de l'écoulement des fluides par l'application des phénomènes thermoélectriques.**

La méthode est exposée à l'aide de figures.

ÉLECTRONIQUE. — *H.-R. Crane, C.-C. Lauritson* et *A. Soltan.* — **Nouvelle source artificielle des neutrons.**

Les auteurs ont signalé antérieurement l'émission de neutrons par le glucinium bombardé par les ions d'hélium d'énergies comprises entre 600 000 et 975 000 e V. Ils ont effectué de nouvelles expériences en substituant les ions de l'isotope H^2 de l'hydrogène aux ions de l'hélium utilisés antérieurement. Ils ont pu mettre ainsi en évidence une production de neutrons beaucoup plus intense que par la méthode précédente.

CHIMIE PHYSIQUE. — *W. Schumacher* (prés. par M. Urbain). — **Sur les effets mécaniques observés dans la surchauffe brusque dans le vide de l'azoture de plomb**

L'auteur a étudié comment se comporte l'azoture de plomb chauffé brusquement dans le vide sur une plaque métallique. Dans les diverses expériences effectuées, les effets mécaniques observés dans le chauffage de l'azoture de plomb ne se produisent dans la combustion du fulminate de mercure expérimenté comparativement.

CHIMIE MINÉRALE. — *J. Lefol* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **Sur les aluminates de calcium hydratés.**

CHIMIE ORGANIQUE. — *D. Libermann* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la préparation des sels de trioxytriarylsulfonium.**

— *D. Ivanoff* et *I. Paonnoff* (transm. par M. V. Grignard). — **Sur un nouveau dérivé organomagnésien complexe: le β-magnésylphénylacétonitrile.**

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *Ed. Saurin* (prés. par M. Jacob). — **Sur le Trias et le Lias marins du Cambodge nord oriental et du Darlac.**

— *P. Fallot* et *L. Doncieux* (prés. par M. Jacob). — **Le Flysch du Rif espagnol.**

L'étude de la répartition du Flysch établit la liaison du Crétacé de la zone subsidente du Rif avec celui de Tanger. Des traits nouveaux sont mis en évidence : apparition d'un vrai faciès Flysch au Crétacé supérieur dans la zone du Flysch du Rif espagnol, la présence de Crétacé à débris végétaux près de Xauen, l'extension d'une transgression du Crétacé supérieur sur le Jurassique de la Chaine calcaire, la complexité de la série nummulitique dans les deux zones.

— *J. Jung* et *A. Jeannet* (prés. par M. Jacob). — **Géologie de la chaîne du Kaflan-Kouh (Perse).**

La coupe et la faune du Kaflan-Kouh démontrent que sur le plateau d'Azerbeidjan, le faciès Fars ne s'est établi qu'au Tortonien, tandis qui dans la fosse irako-persane, il règne dès le Burdigalien. Les Lower et Middle Fürs sont représentés ici par la masse des calcaires de base.

PALÉONTOLOGIE. — *J. Cuvillier* (prés. par M. Douvillé). — **Sur la présence de l'*Orbitolites complanatus* Lmk. dans les couches de passage de l'Eocène moyen à l'Eocène supérieur en Egypte.**

Ce fossile est présent, en Egypte, de la base de la série lutétienne jusqu'aux couches de passage au Mokattan supérieur; ses affinités méridionales sont ainsi confirmées; il n'est pas impossible que les formes européennes de l'*Orbitolites complanatus* Lmk. soient issues du Bassin égyptien.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *J. Raymond* (prés. par M. P.-A. Dangeard). — **Les cinèses de l'asque de *Pyronema confluens* (Pers.) Tul.**

Le nombre des chromosomes est constant aux trois divisions; il n'y a qu'une caryogamie dans le cycle de *Pyronema confluens*, celle qui a lieu dans la cellule-mère de l'asque et qui n'est pas contestée. Le sporophyte, tronçon à $2n$ chromosomes, s'étend du noyau double de la base de l'asque à la spore. Les corpuscules de chromatine que l'on observe ne correspondent pas tous aux véritables chromosomes. Le problème de la méiose chez les Ascomycètes ne serait fonction que de l'unique caryogamie ayant lieu à l'origine de l'asque.

ECOLOGIE VÉGÉTALE. — *P. Hagène* (prés. par M. Molliard). — **Sur la production de chaleur par le contact de la terre sèche avec l'eau.**

Pour divers échantillons constitués en grande partie par des matières organiques, il y a une certaine correspondance entre la chaleur dégagée et la teneur en matières organiques ainsi qu'avec le coefficient de fanaison. Le même parallélisme ne se retrouve pas pour des échantillons de terre plus pauvres en matière organique. Dans l'ensemble, les variations du coefficient de fanaison et de la chaleur dégagée par la terre sèche au contact de l'eau ne sont pas en tous points déterminés par les variations des mêmes facteurs.

BOTANIQUE. — *M. Quendiac* (prés. par M. Molliard). — **Sur la localisation des substances tanniques dans le tissu ligneux du Châtaignier.**

Le tanin commence à s'accumuler dans le bois de Châtaignier vers 18-20 ans. Dans l'Aubier, les tanins apparaissent dans les rayons médullaires, dans un certain nombre de cellules du parenchyme ligneux; ils imprègnent les parois de tous les éléments du bois. Dans le cœur, les tanins existent, de plus, dans les vaisseaux du bois de petit et de moyen calibre. La présence des tanins dans les éléments conducteurs est un fait exceptionnel.

CHIMIE AGRICOLE. — *J. Branas* et *J. Dulac* (prés. par M. Viala). — **Sur le mode d'action des bouillies cupriques au moment de leur emploi.**

Si l'on admet que la toxicité des bouillies cupriques à l'égard du *Plasmopara viticola* dépend de leur richesse en cuivre dissous, les bouillies bourguignonne et bordelaise acides contiennent assez de cuivre en solution (1/20.000e) pour assurer, au moment de leur emploi, une protection certaine. Il faut considérer comme une autre question, celle de la solubilité de ces composés après dessiccation et celle des dépôts.

PHARMACOLOGIE. — *F. Mercier* et *L.-J. Mercier* (prés. par M. Desgrez). — **Sur les combinaisons de la sparteine et des acides barbituriques substitués cycliques.**

La spartéine donne avec les acides barbituriques substitués cycliques des combinaisons d'addition dont seuls les complexes neutres constituent des produits définis; le plus stable est l'éthylphénylbarbiturate neutre de spartéine.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *G. Roussel* et *Mme Z. Gruzewska* (prés. par M. Lapicque). — **Le fer dans le foie des fœtus de veau.**

La quantité du fer du foie fœtal de veau passe par un minimum aux environs de 6-7 mois, pour atteindre un taux très élevé vers 8 1/2-9 mois. Ce maximum correspond au deuxième maximum de Krüger situé vers la fin de la grossesse.

— *L. Binet* et *J. Pautrat* (prés. par M. Achard). — **La phosphatase plasmatique chez les tuberculeux pulmonaires.**

La phosphatase est un ferment qui, au niveau des cartilages de conjugaison, hydrolyse les phosphates organiques, mettant en liberté des phosphates minéraux insolubles. Il existe aussi dans le sang. Chez les malades atteints de tuberculose pulmonaire fibreuse, la teneur du plasma en phosphatase est nettement accrue.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *E. Chargaff* (prés. par M. Calmette). — **Sur les carotinoïdes des bactéries.**

Sarcina lutea contient un hydrocarbure et une xanthophylle, — *Sarcina aurantiaca* : du carotène β et une xanthophylle (la zéaxanthène), — *Staphylococcus aureus* : xanthophylle (la zéaxanthine), — *Mycobacterium phlei* : des carotènes β et γ, un peu de xanthophylle (lutéine).

SPECTROCHIMIE BIOLOGIQUE. — *Ch. Dhéré* (prés. par M. Lapicque). — **Sur les spectres de fluorescence de l'hypéricine et de la mycoporphyrine.**

L'hypéricine provient de l'*Hypericum perforatum*, la mycoporphyrine de *Penicilliopsis clavariæformis* (Ascomycète); ces deux pigments sont identiques quant à leurs spectres de fluorescence comme quant à leurs spectres d'absorption.

MICROBIOLOGIE. — *V. Chorine* et *R. Gillier* (prés. par M. Calmette). — **Sur le mécanisme de la réaction de Henry dans l'infection paludéenne.**

La réaction consiste en la floculation du sérum de paludéens en présence de mélanine. Elle est commandée par l'accroissement des substances dissoutes dans le sérum et peu ou pas solubles dans l'eau distillée formolée et par la concentration moléculaire du sang. La réaction de Henry révèle un déséquilibre dans la proportion de ces deux facteurs.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — De nombreuses Académies et Sociétés savantes ont fait parvenir l'expression de leurs condoléances à l'occasion de la mort de Paul Painlevé, Emile Roux et Léon Calmette.

Prix Nobel. — Le prix Nobel de Médecine pour 1933 a été accordé au Prof. Thomas Hunt Morgan du California

Institute of Technology, en récompense des travaux de l'auteur sur l'hérédité. Quoique les études du nouveau lauréat aient porté uniquement sur les animaux, l'importance de ces recherches pour leur application à la génétique humaine est bien reconnue.

Le prix Nobel de Physique pour 1932 a été décerné au Prof. Heisenberg de l'Université de Leipzig. Le prix Nobel de Physique pour 1933 a été partagé entre les Professeurs Dirac et Schrödinger. Le Prof. Dirac appartient à l'Université de Cambridge; le Prof. Schrödinger après avoir professé à l'Université de Zürich a occupé une chaire à Berlin. Il est maintenant à Magdalen College; Oxford. Les trois lauréats ont fait faire de grands progrès à la mécanique ondulatoire, pour laquelle son créateur, le prince Louis de Broglie, avait déjà reçu le prix Nobel en 1931.

Muséum National d'Histoire Naturelle. — Le Directeur du Muséum national d'Histoire naturelle (37, rue Cuvier, Paris, 5e), vient de prendre la décision d'ouvrir les lundis et dimanches matins certaines organisations du Muséum, qui restaient fermées par suite du manque de personnel.

Ces nouvelles dispositions sont prises pour permettre au public de visiter les collections avec plus de facilité, et rendre ainsi les sciences naturelles accessibles à tous.

Depuis le dimanche 19 novembre, l'exposition de la maquette du nouveau parc zoologique du bois de Vincennes, le vivarium et l'exposition temporaire de papillons sont ouverts tous les dimanches matins et en outre les lundis de 13 à 16 heures comme les autres jours.

Observatoires. — Le Dr B. P. Gerasimovic, Professeur à l'Université de Karkov a été nommé Directeur de l'Observatoire de Poulkov.

Congrès international. — Le IIIe Congrès international technique et Chimique des industries agricoles se tiendra à Paris du 28 mars au 5 avril 1934. Les communications devront parvenir au Secrétariat du Congrès avant le 15 décembre 1933. Renseignements et programme : 156, boulevard Magenta, Paris, 10e.

Facultés des Sciences. — *Arrêté du 7 novembre* 1933. — Art. 1er. — L'arrêté du 25 janvier 1896 relatif aux préparateurs des Facultés des Sciences est complété et modifié par les dispositions ci-après.

Art. 2. — Pour être nommé Chef de travaux ou assistant dans les Facultés des Sciences, il faut justifier du grade de licencié ès-sciences avec les certificats donnant accès au doctorat d'Etat.

Art. 3. — Toutefois, peuvent être nommés Chefs de travaux ou assistants dans les services et Instituts de sciences appliquées, d'Université ou de Faculté, sans être titulaires de la licence ès-sciences : 1°) les titulaires du diplôme d'ingénieur docteur créé par le décret du 30 avril 1923; 2°) les ingénieurs pourvus d'un titre d'Université ou d'Ecole spéciale permettant l'accès au diplôme d'ingénieur docteur, après avis favorable de l'assemblée de la Faculté intéressée.

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — De novembre 1933 à juin 1934, les deuxièmes et quatrièmes lundis de chaque mois à 16 h. 30, conférences réservées dans l'Amphithéâtre Darboux (Institut Henri Poincaré) sur : « *La théorie des groupes et les algèbres* ».

Première séance, le 13 novembre.

Pour l'admission à ces conférences, s'adresser à M. Gaston Julia, le lundi à 14 h. 30, à l'Institut Henri Poincaré.

— *Soutenance de thèse.* — 28 novembre 1933. — M. Casteras : « *Recherches sur la structure du versant nord des Pyrénées Centrales et Orientales.* »

Ecole Nationale des Mines. — En exécution d'un legs fait à l'Ecole Nationale supérieure des Mines de Paris par Madame Henri Thénard, née Renault, un concours est ouvert entre savants français et étrangers aussi bien qu'entre tous les élèves de cette Ecole.

Ce concours a pour but de fournir un mémoire relatif à l'emploi des imaginaires pour la représentation des phénomènes physiques. Le prix, décerné en l'honneur de M. de Chancourtois, qui a fait des études sur cette question, pourra être attribué à toute recherche ayant pour objet la relation entre des grandeurs physiques diversement orientées ou à toute étude théorique relative à des représentations symboliques des phénomènes physiques.

Il sera attribué un prix de 1.000 fr. à tout mémoire jugé suffisant par la commission désignée par la testatrice et ce jusqu'à ce que quatre mémoires aient été récompensés après que le concours aura été déclaré clos.

Le testament contient en outre la disposition suivante : « Une somme de 2.000 fr. est déposée à la Caisse des Dépôts et Consignations pour être donnée avec les intérêts accumulés à la personne étrangère ou non qui réclamerait la priorité pour M. de Chancourtois, si ses conclusions arrivaient à être reconnues vraies et ce dans un temps indéterminé. »

Les demandes, ainsi que toute communication ou demande de renseignements concernant les prix seront adressées au Directeur de l'Ecole Nationale supérieure des Mines, 60, boulevard Saint-Michel, Paris (6e).

Ecole Navale. — Le nombre de candidats à admettre en 1934 à l'Ecole Navale a été fixé à cinquante.

Les candidats sont informés que des exercices aériens sont prévus au programme d'instruction de l'Ecole Navale et que les officiers de marine sont susceptibles, à tout instant de leur carrière, de recevoir une affectation à un emploi de l'aéronautique maritime s'ils présentent à ce moment l'aptitude physique requise.

Institut Océanographique. — M. Albert Ranc, Docteur ès-sciences fera une conférence le samedi 23 décembre, à 21 heures, sur : « *La Mer et l'Economie touristique* ».

Universités étrangères. — Plusieurs professeurs Allemands obligés d'abandonner leurs chaires vont professer dans des Universités américaines : Pr. James Franck, de Göttingen et Pr. Hermann Otto Szasz, de Francfort vont à l'Université Harvard et au Massachusetts Institute of Technology; Dr. Heinz Werner, de Hambourg, ira enseigner la psychologie à l'Université de Michigan; Pr. Otto Stern et Pr. J. Estermann, de Hambourg vont à l'Université de Pittsburg. Pr. Ludwig Halbedstadter spécialiste du cancer de Berlin, va diriger l'Institut de radiologie de l'hôpital établi à Jérusalem par l'organisation sioniste américaine. Dr. Richard Brauer, de Königsberg, va à l'Université de Kentucky. (*Science*).

L. F.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Physique moléculaire : Matière et Energie, par Victor Henri, Professeur à l'Université de Liége. In-8° de 436 pages. Paris. Hermann, éditeur. — Prix : 110 fr.

Réunir l'ensemble des connaissances acquises sur la Matière et sur l'Energie, tel est le but vers lequel ont convergé depuis longtemps les efforts de l'auteur de ce livre. Loin de se laisser rebuter par l'aridité de la tâche, il offre à tous ceux qu'intéresse la philosophie naturelle, un exposé stimulant et vraiment susceptible d'éveiller chez les jeunes « cet enthousiasme et cet idéal sans lesquels toute recherche devient inutile. » En même temps, il apporte de précieux éléments à la revision générale des principes de la Science, qui s'élabore dans tous les domaines de la pensée, et qui rapproche aujourd'hui, de la manière la plus étroite, les savants des spécialités les plus diverses.

Dans le livre de Victor Henri, la tendance unitaire s'affirme dès le début lorsqu'il recherche une propriété universelle de la matière : c'est précisément le spectre de rayons X qui unit tous les éléments entre eux et permet d'affirmer leur communauté de structure ; à partir de ce point de vue, la classification de Mendelejeff prend toute son objectivité, et l'on conçoit aussitôt pour la physique la possibilité de fusionner avec la chimie : effectivement, la radioactivité nous révèle la transmutation des éléments; la voie s'est ouverte, dès lors, aux méthodes d'analyse physique, grâce auxquelles on a reconnu les isotopes, déterminé les énergies de formation des éléments, perçu la loi universelle reliant l'énergie à la matière.

Sur ces données, N. Bohr, L. de Broglie et Heisenberg ont édifié leurs théories qui posent tant de problèmes nouveaux dans l'ordre expérimental et dans l'ordre déductif. L'auteur nous en expose les parties les plus essentielles et réussit parfaitement à montrer, par des applications variées, comment cela nous amène à pénétrer d'une manière plus profonde dans le mécanisme des échanges entre l'énergie et la matière.

Il importe de signaler, en outre, les nombreux renvois bibliographiques et tableaux numériques, et d'attirer spécialement l'attention sur trois ordres d'idées, mis en pleine lumière : l'étude des propriétés spatiales de la matière, sous ses divers états, et notamment à l'état cristallin ; la théorie cinétique de la matière ; et la théorie de la structure des atomes.

Le soin apporté par la maison Hermann à l'édition de ce bel ouvrage en rend la lecture particulièrement agréable et contribuera certainement à en favoriser la diffusion.

G. Bouligand,

Almost periodic functions, par A.-S. Besicovitch. In-8° de 180 pages. Cambridge University Press. — Prix : 12 sh. 6 d.

Récemment créée par H. Bohr, la théorie des fonctions presque périodiques, a pris une extension considérable. La presque périodicité est une propriété qui appartient notamment aux combinaisons linéaires de cosinus ou de sinus d'arcs obtenus en multipliant l'arc pris pour variable par des coefficients quelconques (et non plus entiers, comme dans la série de Fourier). L'étude de cette analyse harmonique généralisée a suscité depuis quelques années des recherches extrêmement importantes, en liaison avec diverses branches de la théorie des fonctions. Et cela permet de mesurer tout l'intérêt du livre de M. Besicovitch.

Les principes généraux de la théorie gravitent autour de l'invariance de la presque périodicité sous l'influence des opérations du calcul ordinaire et du calcul infinitésimal. Ces principes sont exposés, dans le chapitre I, pour ce qui concerne le cas de la presque périodicité uniforme, et dans le chapitre II, sous leur forme la plus générale. Le chapitre III est spécialement consacré aux fonctions presque périodiques analytiques, étudiées dès le début par H. Bohr.

Nous pensons que cette synthèse, très attrayante, des travaux de H. Bohr, H. Weyl, J. Favard, N. Wiener, S. Böchner, Stepanoff et de l'auteur du livre, prêtera un appui précieux au haut enseignement et à la recherche.

G. Bouligand.

Les émissions électroniques des couches minces, par M. L. Dunoyer, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris, Mémorial des Sciences physiques, Fascicule XX, In-8°, de 72 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 15 francs.

Dans ce fascicule du Mémorial des Sciences physiques, M. Dunoyer expose les travaux qui ont été effectués depuis quelques années, principalement aux Etats-Unis et en Angleterre, sur l'extension de l'émission photoélectrique des métaux alcalins vers les grandes longueurs d'onde. Ces travaux qui ont porté d'abord sur les couches minces de ces métaux puis, tout récemment, sur des modes spéciaux de sensibilisation aboutissant également à la formation de couches minces, ont fourni des résultats très importants qui ont pu être utilisés pour améliorer la construction des cellules photoélectriques.

Après un chapitre d'introduction consacré à l'analyse des premiers travaux sur les couches minces, l'auteur examine les liens existant entre l'émission thermionique et l'émission photoélectrique, puis il envisage les recherches relatives à l'extension de la sensibilité vers le rouge, et enfin il étudie, pour terminer, l'intervention d'un diélectrique dans le phénomène.

L'exposé tout à fait remarquable de M. Dunoyer, très net et très documenté, permettra aux physiciens de prendre rapidement une connaissance exacte de questions toutes d'actualité et extrêmement importantes, tant du point de vue théorique, que pour les applications auxquelles elles peuvent donner lieu.

A. Bc.

Introduction à l'étude de la chiroscopie médicale, par M. Henri Mangin-Balthazard. La Renaissance Moderne, Jacques Aubertin, éditeur, Paris. In-8° de 265 pages avec 42 planches.

Le terrain, cette « puissance biologique individuelle » a, de tous temps, posé une redoutable énigme médicale : les efforts de tous les observateurs trouvent un stimulant dans l'importance du problème, car de sa solution dépendent nombre de chapitres de l'art de guérir. Les innombrables questions que soulèvent les phénomènes vitaux, dans leur cours normal et dans leurs altérations morbides, comprennent toujours, en plus ou moins grande quantité, un élément tenant à cette individualité biologique. Inconnu, il grève lourdement l'action thérapeutique ; connu, il est, tout au contraire, une arme efficace entre les mains de l'observateur.

Aussi doit-on remercier l'auteur d'avoir, dans un domaine dont l'exploration est si délicate, exposé dans ces pages pleines de conviction, les résultats de sa longue expérience et de son observation attentive. Etablir une correspondance entre les lignes et les inégalités de surface de la main et l'état constitutionnel du sujet, comme aussi les manifestations morbides, était une entreprise difficile, exigeant une patience longue, tenace et éclairée. On pourra se convaincre au cours des chapitres du livre, avec quelle minutie l'auteur a conduit ses observations.

Aussi, que l'on partage ou non ces vues, on ne peut manquer d'être vivement intéressé par un tel ouvrage, si riche en enseignements, et de chercher à se convaincre, si l'on ne l'est déjà, en observant autour de soi la morphologie de la main et le dessin de ses lignes.

Dr Didier.

A comprehensive Treatise on Inorganic and theoretical chemistry, by J.-W. Meller, D. Sc., F. R. S., Volume XII, avec 320 diagrammes. Longmann, Green and Cº. London, New-York, Toronto, 1932. Prix 63 sh. net.

Le douzième volume de ce traité complet de chimie minérale et théorique vient de paraître. Il comprend l'étude de l'uranium, du manganèse, du musurium et du rhinium et une partie de celle du fer dont il expose la métallurgie et la métallographie à l'exclusion de l'étude de ses composés.

Comme dans les volumes précédents, chaque métal est traité suivant un plan uniforme : historique, répartition géographique des minerais et minéraux (avec planisphère). Extraction du métal, sa préparation à l'état pur, propriétés physiques, propriétés chimiques, valence et poids atômique. Alliages et composés intermétalliques. Les couples, les composés oxygénés, les composés halogénés et oxyhalogénés, les sulfures et les composés oxysulfures, les carbonates, les nitrates, les phosphates.

Comme d'habitude, la documentation sur les constantes physico-chimiques est extrêmement abondante et complète, les diagrammes sont très nombreux et parfaitement clairs et une bibliographie d'une richesse vraiment inépuisable termine chaque paragraphe.

A la fin du volume, on trouve un index alphabétique qui achève d'en faire un remarquable instrument de travail; d'autant plus recommandable que l'auteur s'est abstenu de charger son texte des données douteuses, ou, même contradictoires qui encombrent tant de traités de chimie minérale.

Par sa présentation remarquablement claire et ordonnée, par le souci qu'ont eu les auteurs de ne passer sous silence aucune des découvertes les plus récentes, ce nouveau traité se classe à un niveau nettement supérieur à celui de toutes les compilations antérieures, surtout allemandes.

D. de G.

Les Intuitions atomistiques (Essai de classification), par Gaston Bachelard, Professeur à l'Université de Dijon. In-8 de 162 pages. Boivin et Cie, éditeurs, Paris. Prix : 15 francs.

L'auteur ne prétend pas refaire une histoire des théories atomistiques qui a été déjà faite et bien faite, mais, en réfléchissant sur cette histoire, dégager les principes qu'elles ont mis en jeu et en tenter une classification. Il distingue de l'atomisme réaliste des Anciens, qu'il appelle joliment une « métaphysique de la poussière » ou un « matérialisme précis », et qui a toujours échoué devant le problème de la composition des substances, les atomismes à tendance idéaliste, comme celui des positivistes et celui des criticistes du siècle dernier, et il leur oppose l'atomisme de la science contemporaine, qu'il nomme « axiomatique », et qui, conscient de la nature hypothétique de ses postulats, s'efforce de ne pas séparer l'analyse de la synthèse et de substituer aux intuitions sensibles, inutiles ou dangereuses, des intuitions rationnelles d'essence mathématique, abstraites mais fécondes : il ne veut plus atteindre l'infiniment petit autrement que par la convergence des méthodes d'approximation.

Très bien informé, riche en notations suggestives, clair et dense, ce remarquable travail est fait pour intéresser les spécialistes autant que les philosophes; il éclaire quelques-uns des aspects les plus curieux de la pensée scientifique et de son évolution.

R. Troude.

Pierre Termier, par André George. In-18 de 209 pages, de la collection des « Chefs de file ». E. Flammarion, éditeur, Paris. Prix : 12 francs.

On lira avec autant de profit que d'émotion ce livre consacré à retracer la vie et l'œuvre du grand géologue, qui méritait bien à tous égards de figurer dans cette collection des « Chefs de file » de notre génération, et que les jeunes générations auraient tout avantage à prendre pour modèle. M. André George n'a rien négligé de ce qui pouvait le mieux, le faire comprendre et aimer; l'homme, le savant, le croyant, l'écrivain, le *maître* dans toute l'acception du mot revivent sous les yeux du lecteur et lui laissent l'image durable d'une des plus belles physionomies de ce temps. Les chapitres relatifs aux recherches de Termier sur l'orotectonique et à ses luttes opiniâtres jusqu'au triomphe final de ses idées, sont particulièrement bien venus. Termier a trouvé un biographe digne de lui.

R. Troude.

La Méthode scientifique, par Alexandre Perieteanu. In-12 de 204 pages. Félix Alcan, éditeur, Paris. Prix : 15 francs.

L'auteur s'est proposé de dégager les notions et opérations élémentaires sur lesquelles repose la connaissance scientifique. Il le fait d'une manière toujours claire et précise, souvent originale. Mais il emploie un vocabulaire personnel qui prête parfois à l'équivoque. Et il semble négliger systématiquement les efforts de tous ceux qui l'ont précédé dans cette voie. A-t-on le droit de dire que « l'étude de la méthode scientifique n'a jamais été entreprise avec méthode » (p. 72) et que « le caractère des hypothèses, c'est d'être invérifiables par quelque moyen que ce soit. Le caractère des mathématiques est juste inverse... Tout est bon pour vérifier les mathématiques » (p. 55) ? Peut-on réduire l'idée de cause à celle de variable indépendante (p. 47), le raisonnement inductif à une combinaison de notions évidentes (p. 29) ? Et n'est-il pas surprenant de voir ranger la philosophie parmi les sciences spéciales, en compagnie de la chimie, de la botanique et de la zoologie (p. 78) ?...

R. Troude.

REVUE
SCIENTIFIQUE
REVUE ROSE

DIRECTEUR
PAUL GAULTIER
MEMBRE DE L'INSTITUT

RÉDACTEUR-EN-CHEF
JULES BAILLAUD
ASTRONOME TITULAIRE A L'OBSERVATOIRE DE PARIS

SECRÉTAIRE GÉNÉRAL: LOUIS FRANCHET

N° 24 — 71e ANNÉE — 23 DÉCEMBRE 1933

LES SCHÈMES GÉOMÉTRIQUES D'INCERTITUDE

par Georges BOULIGAND
Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers

1. La théorie relativiste de la gravitation a suscité une foule de recherches qui, sous un tour souvent abstrait et purement géométrique, n'en gardent pas moins l'empreinte de leur origine.

Dans un esprit différent, le présent exposé, où l'on rencontre le principe d'Heisenberg, dérive d'une conception, purement spéculative et antécédente, de la géométrie. Il ne faut donc pas s'étonner de n'y trouver que des *schèmes d'analogie*. Mais ces schèmes semblent susceptibles d'intéresser à la fois le philosophe, le pur géomètre, et le physicien, en offrant à ce dernier un type de comparaison commode. C'est ce qui me décide à les présenter ici (1).

2. Le principe d'indétermination est l'une des idées les plus inattendues qui se sont dégagées au cours des récentes recherches sur la Mécanique de l'atome. Presque superflu serait-il de rappeler que l'initiation première aux principes généraux du mouvement s'attache à préciser les lois de la Dynamique *du point matériel*, qui préludent aux lois régissant les systèmes, ou ensembles de points matériels. La tendance classique, est donc celle du *déterminisme ultime*, prétendant soumettre les plus minuscules systèmes à des lois encore très précises.

A cette conception s'oppose le principe d'Heisenberg, affirmant que la légalité ne saurait avoir prise sur des systèmes par trop restreints, mais règne seulement sur des assemblages suffisamment importants, par un jeu de compensation, ou si l'on préfère, un processus statistique. Avant toute autre chose, nous rappellerons quelques données numériques montrant la portée du principe d'Heisenberg.

3. En considérant le cas d'un système à un degré de liberté, appelant x la coordonnée de position d'un électron ou d'un photon et p le produit mv de sa masse par sa vitesse, le produit des incertitudes Δx et Δp, auxquelles se heurte toute tentative faite pour déterminer à la fois x et p, devra dépasser, nous dit le principe, le quantum élémentaire d'action ou constante de Planck, soit

$$h = (6{,}5) \times 10^{-27} \text{ unités C G S}$$

Cela n'introduit aucune perturbation en mécanique macroscopique. Pour un petit grain de masse 1 mmgr., la barrière au-dessous de laquelle ne pourrait être abaissée la valeur du produit de Δx par Δv serait de l'ordre de

$$10^{-23} \text{ cm}^2/\text{sec.}$$

(1) J'ai donné plus brièvement une indication analogue, dans mon article : *Sur l'axiomatique physique de M. Max Morand* (*Revue Générale des Sciences*, 15 mars 1933, t. XLIV, pp. 129-130). Voir aussi : Max Morand. *Sur les principes de la Physique* (Mém. Soc. Roy. Sc. Liège, 3e série, t. XVII, fasc. 4, t. XVIII, fasc. 1).

La « *Revue Scientifique* » étant un organe de libre discussion scientifique, les opinions développées dans les divers articles et notes n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

et par suite, apparaîtrait comme purement fictive.

Mais si l'on raisonne sur une particule élémentaire, douée d'une masse de l'ordre de 10^{-27} gr., on voit que le produit de Δx par Δv dépassera l'unité (c'est-à-dire le cm²/sec.). Si donc on détermine la position d'un électron avec la précision que semble comporter son infime diamètre (de l'ordre de 10^{-13}), l'erreur sur la vitesse pourra dépasser cent fois la vitesse de la lumière.

4. Bien entendu, les physico-mathématiciens ont montré la possibilité de synthèses dans lesquelles l'indétermination particulaire se concilie avec le déterminisme statistique : nous renverrons pour ce côté du sujet aux exposés récents sur la Mécanique de l'atome. A la suite des indications précédentes sur le principe d'incertitude, préparons-nous à mettre en ligne le second terme de notre comparaison.

Les considérations géométriques auxquelles nous avons fait allusion au début de cet exposé procèdent de la théorie des ensembles. Les mathématiciens y ont trouvé matière à surprises, aussi bien que les physiciens, dans leurs recherches sur les atomes. Il est remarquable de constater que certains scandales, soulevés dans l'un et dans l'autre domaines, peuvent être mis en parallèle pour s'atténuer réciproquement.

La théorie des ensembles est un champ d'une extraordinaire variété. Tout s'y trouve. Mais notre choix sera facile. Nous devrons en effet nous orienter vers des problèmes où la complication progressive des caractères locaux, laquelle aboutirait, à la limite, à supprimer la légalité dans l'infiniment petit, demeure cependant compatible avec la permanence de certaines propriétés en grand.

5. Cette circonstance s'est produite dans les recherches de M. Henri Lebesgue sur la théorie de l'intégration, qui ont éclairé les relations entre la masse de telle ou telle portion d'un système, *fonction dépendant d'un ensemble* qu'on y prélève, et l'élément local désigné sous le nom de densité. Se débarrassant de l'hypothèse d'une densité continument répartie, M. Henri Lebesgue a montré que la loi classique, faisant tendre vers la densité le rapport, à un volume infiniment petit, de sa masse, subsiste sauf aux points d'un ensemble de mesure nulle.

Mais cet exemple suggestif offre un inconvénient : la loi dont nous voudrions, sur le terrain de l'infiniment petit, constater la carence, n'y défaille qu'à titre exceptionnel. C'est donc vers un autre phénomène géométrique que se portera notre attention.

6. Nous nous tournerons vers l'étude de la répartition de la tangente à une courbe. Le cas le plus intéressant, si étrange cela soit-il, sera *le cas où cette tangente n'existe plus !* Malgré les apparences, nous verrons qu'il reste alors matière à divers problèmes prolongeant celui de la répartition de la tangente, lorsqu'elle existe.

Partons des cas familiers. On prend une courbe douée d'une tangente en chaque point. Cette tangente est répartie d'une manière continue, et sans qu'il se présente de rebroussement. On suppose, en outre, le plus souvent, que si le point M marche dans un sens déterminé, il y a un sens permanent dans lequel tourne la tangente ; d'où la notion de *concavité*. Pour préciser la correspondance entre la tangente et son point de contact, on marque, sur la circonférence d'un cercle, un point où sa tangente est parallèle à la tangente à la courbe. Le cas décrit à l'instant est celui où cette correspondance est biunivoque. A chaque arc partiel de la courbe, correspond alors un arc de cercle ; à une suite d'arcs emboîtés de la courbe tendant vers un point limite unique correspond une suite toute pareille d'arcs de cercle. Les points se prêtent donc ici à l'exercice d'une légalité locale, d'où l'on peut remonter aux propriétés d'ensemble de la correspondance.

C'est l'image du *déterminisme ultime*.

7. Du cas simple qui précède et sans transition, passons à celui d'une courbe sans point multiple, mais en chaque point M de laquelle se produit la circonstance suivante : toute droite menée par M peut s'obtenir comme limite d'une suite de droites joignant deux points M' et M'' de la courbe tendant vers M. Pour avoir une telle courbe, il suffit de poser $y=f(x)$ en appelant f une fonction n'admettant de dérivée en aucun point.

Cela posé, en prolongeant le processus de correspondance ci-dessus, à chaque point de notre courbe correspondront d'une manière indifférente tous les points de la circonférence. C'est l'absence complète de loi relative à la répartition de la tangente dans les parties infiniment petites. C'est donc aussi un *schéma d'indétermination totale*.

8. Le lecteur se demande déjà si quelque régularisation intervient pour des arcs de la courbe perdant le caractère d'infiniment petits, ce qui nous ramènerait à la légalité réapparaissant dans le domaine macroscopique.

Pour répondre, il convient de noter qu'une telle demande, vu son caractère physique, affecte par essence une courbe connue seulement d'une matière approximative. Il s'agit par exemple d'une ligne tracée au crayon et comportant, de ce fait, une petite épaisseur. Tout ce que nous connaissons alors, c'est une étroite région où se trouve la courbe : celle que balayerait un disque égalant en diamètre l'épaisseur du trait et dont le centre décrirait une courbe voisine de la proposée ; instinctivement, on choisit pour cette ligne approchée la plus courte de celles

qui, contenues dans notre région, la parcourent d'un bout à l'autre (de telle sorte qu'aucun point du bord ne soit distant de cette courbe de plus d'un rayon du disque). D'une recherche de M. A. Errera sur ce problème de minimum (1), il résulte que la courbure moyenne d'une portion de la ligne minima ne peut dépasser l'inverse du rayon du disque, ce qui implique en particulier une tangente répartie continument. C'est dans ce sens qu'on peut dire que la tangente reprend, au point de vue macroscopique, son existence.

9. Entre les cas extrêmes du déterminisme ultime et de l'indétermination totale, il s'en présente d'intermédiaires. Citons celui d'un arc convexe général présentant des points anguleux. Dans la correspondance établie, avec la circonférence, d'après le même principe, il correspond à chaque sommet de la ligne tout un arc de cercle ; par contre, si notre profil convexe contient un côté rectiligne, son image se réduit à un seul point de la circonférence. D'où une correspondance offrant des singularités incommodes pour qui la considère en tant que correspondance ponctuelle, mais qui devient plus maniable lorsqu'on examine le passage d'un ensemble de points de la première figure à l'ensemble homologue de la seconde. Et l'avantage de cette attitude apparaît renforcé lorsque, de la représentation circulaire d'un profil convexe, on passe en conservant le même principe, à la représentation sphérique d'une portion de surface convexe. A chaque ensemble ponctuel de la surface en correspond un autre de la sphère de manière que, l'un d'eux gagnant des points, l'autre ne puisse jamais en perdre, de manière aussi qu'à deux ensembles de l'une des figures à distance infiniment petite, correspondent deux ensembles de l'autre possédant la même propriété : et dans ces conditions, la qualité de continu se conserve (2).

10. Érigeons maintenant ces propriétés en hypothèses, en les attribuant au changement de configuration entre deux états d'un système matériel à deux instants différents. Nous pourrons par ce processus définir une cinématique d'un type plus large que le type traditionnel de la Mécanique des milieux continus. Ce genre de cinématique rend possibles certains effets de diffusion analogues aux effets géométriques de notre représentation précédente, laquelle appliquée à un polyèdre convexe, en diffuserait les sommets dans certaines aires, chaque point appartenant à une arête étant lui-même diffusé suivant un arc de cercle. Mais il va de soi que la diffusion reste soumise ici à des conditions très spéciales, en vertu desquelles les mouvements considérés sont limites de mouvements empruntés à la catégorie permise en cinématique classique.

Il peut y avoir de l'intérêt à considérer des types de diffusion plus généraux, notamment pour essayer de préciser, en Hydrodynamique, les aspects du mouvement turbulent. Dans ce genre de recherches, nos comparaisons qui précèdent peuvent continuer à servir de guide. L'attention se portera toujours de préférence sur les correspondances entre ensembles, plutôt que sur les points considérés individuellement. Considérons à l'instant initial un point de milieu. Décrivons de ce point comme centre un suite de sphères dont les rayons tendent vers zéro en décroissant. Dans la configuration considérée à un instant ultérieur, se présente, en correspondance avec ces sphères, une suite d'ensembles, emboîté chacun dans les précédents. L'*ensemble limite* de cette suite (1) détermine, entre les deux instants, le système des positions où s'est exercée la diffusion à partir du point considéré. Et quiconque voudrait, à toute force, soutenir la cause du déterminisme, devrait fixer les conditions de l'évolution de cet ensemble limite au cours du temps, en précisant aussi l'évolution concomitante des répartitions massiques. Et devant les difficultés d'une telle réalisation, on ne peut s'empêcher d'éprouver quelque satisfaction à constater que la Physique, par le prix qu'elle attache au principe d'Heisenberg, nous dispense actuellement de ce genre d'efforts.

11. Les schèmes utilisés dans ce qui précède sont connus depuis fort longtemps des géomètres, puisqu'ils remontent en somme à la découverte des fonctions sans dérivée. A ce point de vue, la théorie des ensembles a donc précédé la Physique. Mais cette dernière trouverait mainte occasion de prendre sa revanche : le collectif de vitesses, qu'on éprouverait aujourd'hui le besoin de substituer à une vitesse unique dans la description instantanée du mouvement d'un fluide, intervenait dans les travaux sur la théorie cinétique des gaz : Maxwell considérait déjà ce collectif comme complet, en atténuant seulement son indétermination par l'introduction des probabilités.

(1) A. Errera. Un problème de géométrie infinitésimale. *Mém. Ac. Roy. Sc. de Belgique*, t. XII, 1932. L'origine des recherches de l'éminent géomètre belge est bien éloignée du point de vue actuel : le problème est pour lui un succédané d'une question de M. Raoul Bricard demandant la courbe la plus courte que peut décrire un avion, survolant la terre à une altitude constante, pour en apercevoir toute la surface.

(2) *Cf.* G. Bouligand. Introduction à la géométrie infinitésimale directe, ch. XIV, pp. 143-147.

(1) *Cf.* G. Bouligand. Introduction à la géométrie infinitésimale directe, ch. XV, p. 154.

L'AMÉLIORATION DU BLÉ DANS LE SUD-OUEST DE LA FRANCE[1]

par G. NICOLAS
Professeur à la Faculté des Sciences
Directeur de l'Institut agricole de l'Université de Toulouse

La région du Sud-Ouest contribue pour une part importante à la production nationale, puisqu'en bonnes années, 1929, par exemple, elle a produit 11.860.600 quintaux métriques sur 91.785.990, soit sensiblement 1/8. Cette production n'est cependant pas ce qu'elle devrait être, car les rendements sont insuffisants, oscillant de 7-8 quintaux à 12-13, au maximum.

Cette infériorité est due à deux causes principales : culture moins soignée que celle des régions septentrionales et surtout emploi de variétés non adaptées aux conditions très difficiles, il faut bien l'avouer, de cette région. A un hiver et un printemps généralement doux, pluvieux, qui favorise le développement du blé (tous ceux qui, en effet, parcourent les campagnes du Sud-Ouest, en avril-mai, sont surpris de la vigueur, de la beauté, de la luxuriance des moissons), succèdent brusquement un été sec et chaud, des vents violents très desséchants, qui surprennent le blé sur le point de mûrir, précipitent sa maturation, provoquent l'échaudage.

Si l'on ajoute à ceci que les quelques variétés indigènes, si l'on peut dire, adaptées à ces conditions ont de gros défauts, soit que leur paille trop faible entraîne la verse, soit qu'elles soient trop sensibles aux rouilles, on se rendra compte qu'il n'y a pas dans le Sud-Ouest de blé présentant un ensemble de qualités lui permettant de résister à ces trois facteurs : échaudage, verse, rouilles, les trois grands ennemis du blé dans cette région. Il s'ensuit que la culture ne peut être que médiocre et que l'emploi des engrais, par exemple, notamment des engrais azotés, va à l'encontre du but poursuivi en favorisant la verse, en retardant la végétation et en augmentant, de ce fait, la sensibilité aux rouilles.

L'amélioration du blé dans le Sud-Ouest est dominée, plus que partout ailleurs, par le choix, l'obtention de variétés bien adaptées : celles-ci, une fois trouvées, exigeront des soins culturaux que l'agriculteur n'hésitera pas à leur donner s'il est certain de récupérer largement le prix de son travail et des dépenses d'engrais ou autres.

Il était donc nécessaire d'aborder le problème de l'amélioration du blé dans cette région en cherchant à obtenir des variétés répondant aux conditions précédentes.

C'est ce qu'a très bien compris l'Office agricole du Sud-Ouest, dirigé avec autant d'autorité que de compétence par un agriculteur audacieux M. E. Rouart, en suscitant et en aidant, dès la fin de la guerre, des recherches sur le blé.

Familiarisé avec ce genre d'études par des recherches sur la sélection de l'orge en Algérie, j'ai été sollicité l'un des premiers par l'Office agricole. Mes premiers essais ont été faits à l'Ecole d'Agriculture d'Ondes avec la collaboration de M. Léopold Duchein ; mais prenant de l'ampleur et exigeant des observations fréquentes, journalières à certains moments, ils ont été réalisés, dès 1925, dans les fermes de l'Institut Agricole que l'Université possède à Monlon et à Thibaut. Récemment, j'ai associé à ces recherches, l'un de mes collaborateurs, M. Chalaud, chef de travaux à la Faculté des Sciences.

De leur côté, d'autres expérimentateurs, MM. Serin, à Villefranche-de-Lauraguais, Carles de Carbonnières, à Fournés (Tarn), poursuivaient le même but que moi.

Etant donné le but à atteindre, l'obtention de variétés répondant aux conditions indiquées plus haut, la méthode était la suivante : chercher dans les blés cultivés ailleurs, notamment dans des pays à climat analogue à celui du Sud-Ouest, si certaines variétés n'étaient pas susceptibles d'adaptation. Ceci entraînait la culture en petites parcelles d'un grand nombre de ces blés, leur observation pendant tout le cours de la végétation, de la levée à la moisson.

Cette méthode qui est simplement de la *sélection*, consiste à connaître parfaitement les variétés, leurs qualités, leurs défauts, et à se rendre compte si elles sont pures au point de vue botanique ; sinon, il devient nécessaire d'en isoler par la voie pédigrée les lignées en mélange qui constituent ces variétés. La sélection nécessaire dans tout travail d'amélioration, ne saurait perfectionner, améliorer une variété à elle seule ; elle ne crée rien et, sans nier l'intérêt qu'elle présente, car c'est déjà un résultat après avoir étudié, observé une variété pendant plusieurs années, de pouvoir indiquer qu'elle

(1) Communication au Congrès des Sociétés Savantes, Toulouse, avril 1933.

est supérieure à celles ordinairement cultivées, elle doit être complétée par l'hybridation, méthode merveilleuse qui permet de créer de nouvelles variétés.

J'ai utilisé à la fois la sélection et l'hybridation. Plusieurs missions d'études organisées par la Compagnie des Chemins de fer du Midi et dirigées par le regretté M. Sévérac m'ont fourni une documentation précieuse ; deux voyages en Italie, en 1923 et en 1926, ont été particulièrement instructifs et m'ont permis d'admirer l'effort poursuivi à Riéti, et à Bologne par les professeurs Strampelli et Todaro. Un certain nombre de variétés, dont quelques-unes ont été conservées, ont été introduites dans le Sud-Ouest à la suite de ces voyages, ce sont : *Ardito, Villa Glori, Edda, Virgilio, Vittorio Veneto, Varrone, Cervaro, Luigia, Zara, Inallettabile* 96, *Riéti II*. Postérieurement à ces missions, il nous a été envoyé de Pise, par le Professeur Avanzi, à la demande de M. Schribaux, *Inallettabile* 8 et 3, *Hybride* 13 et 32, *Gentile Rosso* × *Noé*. Tous ces blés présentent un certain intérêt, soit qu'ils aient donné des résultats dans la culture ordinaire, soit que les hybrideurs leur aient emprunté certaines de leurs qualités, notamment la précocité.

De mes hybridations, dont les premières remontent à 1922, faites avec différents géniteurs (*Riéti, Inversable, Besplas, Aurore, Hérisson, Currawa, Riccio, Saissette d'Arles, Carlotta, Vittorio Veneto, Ardito, Villa Glori, Gentile Rosso, Cervaro, Préparateur Etienne*, etc...), dans le but d'obtenir des hybrides présentant les qualités indiquées précédemment, je n'ai conservé, en 1932-1933, que 102 lignées alors que les années précédentes j'en avais plus de 400. L'année 1930, remarquable par l'attaque intense de rouille noire (*Puccinia graminis*), rare dans cette région, a été très instructive pour les sélectionneurs et m'a permis d'éliminer toutes les lignées qui ne se sont pas montrées suffisamment résistantes à cette rouille.

Ainsi, le centre de sélection et de génétique de l'Institut Agricole comprend, en 1933, un champ d'expériences et des champs de grande culture. Le champ d'expériences comporte les lignées pédrigées et des parcelles de multiplication de différentes dimensions :

1°) 102 lignées pédigrées, 15 parcelles de plusieurs mètres carrés, 5 de 50 m² et 10 de 100 m².

2°) 17 parcelles de plusieurs ares de mes hybrides et de quelques autres blés.

Tous ces blés sont en observation depuis de nombreuses années. Ceux des parcelles de multiplication sont bien adaptés à la région et sont étudiés comparativement au point de vue rendement.

Parmi eux un nombre important de blés appelés provisoirement *Ardito* sont des hybrides naturels d'*Ardito* de Strampelli observés, il y a plusieurs années, dans un champ de cette variété et suivis depuis là en lignées pédigrées. Ils sont tous supérieurs à l'*Ardito typique* par leur tallage et leur meilleure tenue vis-à-vis des rouilles ; ils ont, en outre, l'avantage d'être moins précoces que lui, qui l'est, à mon avis, un peu trop.

Les parcelles de plusieurs ares m'ont donné, en 1932, un rendement moyen de 29,53 quintaux métriques, excellent rendement pour le Sud-Ouest.

En 1932, la grande culture comprenait 15,92 hectares ensemencés avec les neuf variétés suivantes : *Gentile rosso* × *Noé, Gua, Préparateur Etienne, Hybride* 32, *Zara, Cervaro, Inversable* × *Riéti I*, 3' b^2 et 3'', qui m'ont fourni le rendement moyen de 25,53 quintaux métriques, rendement remarquable comme l'indiquera un tableau ultérieur, d'autant plus que les terres des fermes de l'Institut sont de qualité très moyenne, silico-argileuses, pauvres en chaux, mais heureusement assez perméables, et que leur culture s'y fait le plus économiquement possibles, car l'Institut Agricole exploitant lui-même, sans autres ressources que les produits des fermes, ne peut se permettre de dépenses inutiles. Il est bien évident que l'on ne saurait atteindre les rendements élevés du Nord de la France, dûs à la fois à une culture très soignée et à un climat plus régulier que celui du Sud-Ouest, qui est essentiellement capricieux.

Le problème de l'amélioration du blé dans le Sud-Ouest au point de vue rendement est en voie de solution. Nos expériences ont démontré que par l'emploi seul de variétés bien adaptées au climat, l'agriculteur peut augmenter sensiblement sa production.

Voici, à titre d'indication les rendements en quintaux métriques de la Haute-Garonne et des départements voisins et ceux obtenus dans les fermes de l'Institut Agricole depuis 1927, époque où mes essais ont pu se faire en grande culture :

	1927	1928	1929	1930	1931	1932
Hte-Garonne	11,31	9,63	12,48	5,25	10,94	15,20
Gers	8,40	8,80	11,70	6,57	11,05	9
Tarn-et-Garonne ..	10,64	9,12	12,32	6,57	10,40	10,64
Ariège	5,32	6,84	9,36	6,40	9,60	9,12
Institut Agricole..	15,50	19,93	21,78	16,17	20,67	25,53

Avec les restrictions qu'il faut apporter aux statistiques officielles, les chiffres précédents sont suffisamment expressifs. Les variétés étudiées dans les stations de sélection tendent, petit à petit, à remplacer celles qui étaient cultivées jusqu'alors. En ce qui concerne l'Institut agricole, toutes les semences bien préparées, poudrées même contre la carie, sont réparties par l'Office agricole du Sud-Ouest et celui de la

Haute-Garonne et par le Conseil général de ce département.

Si un effort important a été réalisé dans le Sud-Ouest, c'est que cette région était bien déshéritée au point de vue de la production du blé. L'Université de Toulouse a apporté à cette œuvre sa collaboration et a organisé, par ses propres moyens, dans les fermes de l'Institut Agricole, un centre de sélection et de génétique, qui ne rend pas tous les services qu'il pourrait rendre, faute de personnel et de moyens financiers.

La surproduction du blé dans les pays d'outre-mer, la menace, même exagérée, à mon avis, d'une production nationale dépassant les besoins, l'obligation affirmée maintes fois d'importer des blés de force destinés à compenser l'insuffisance de beaucoup de blés français, ont préoccupé vivement, depuis quelque temps, les dirigeants de l'agricultuse et fait apparaître sous un jour nouveau la culture du blé. Plus besoin de se préoccuper de la quantité à produire, il faut s'orienter vers les blés de qualité ; c'est l'avis formel exprimé tout réremment au Sénat par M. le Ministre de l'Agriculture.

Dans cet ordre d'idées l'Université de Toulouse a encore été au premier rang. En effet, depuis 1931, grâce à la générosité de MM. Amouroux, les industriels bien connus, l'Institut Agricole possède, à la Faculté des Sciences, un Laboratoire comprenant tout le matériel destiné à l'étude de la qualité d'un blé : moulin, appareil de blutage, pétrins mécaniques, four électrique, extensimètres Chopin, etc... Ce Laboratoire créé de toutes pièces par MM. Amouroux pour le concours du blé de France, en 1931-1932, a déjà permis d'étudier de nombreux blés provenant de tous les départements du Midi de la France et permis la distribution de 150.000 francs de prix en espèces aux producteurs des meilleurs blés.

Confié à l'Institut Agricole, ce nouveau service étudie des blés des départements constituant la région du Sud-Ouest, blés que l'Office régional agricole a pris l'initiative de lui faire adresser. Ainsi, pourra être établie une première liste des principaux blés cultivés et de leur valeur boulangère ; cette liste sera transmise par M. l'Inspecteur de l'Agriculture Leconte à une Commission organisée au Ministère de l'Agriculture, chargée de centraliser les résultats des essais réalisés dans différentes régions.

Je formule l'espoir que le Laboratoire du blé et du pain ainsi créé à l'Institut Agricole de Toulouse, qui ne dispose jusqu'à maintenant d'autres ressources que celles du prix de vente des blés provenant du concours de 1931-1932, puisse continuer à travailler et, pour cela, trouve dans tous les organismes qui s'intéressent à la production agricole (chambres d'Agriculture, Conseil Généraux, Offices agricoles), une aide financière qui lui permette de rémunérer le personnel, un aide-meunier et un boulanger quand il est nécessaire de panifier, et les frais généraux (électricité, notamment), qu'entraîne forcément la marche d'un Laboratoire. Il ne faut pas compter sur le concours financier de l'Université déjà trop obérée par ailleurs ; mais l'Agriculture a la bonne fortune de posséder un service qui ne lui a rien coûté, l'on ne saurait admettre qu'elle ne lui donne pas les moyens de travailler.

LES ANCIENNES PAPETERIES DE LA THIÉRACHE[1]

par Eugène CREVEAUX
Vice-Président des Rosati de la Thiérache

L'industrie de la papeterie fut introduite en Thiérache vers la fin du XV^e^ siècle, par les moines de l'abbaye de Foigny.

Le 17 janvier 1556, le prieur de Foigny, loue le moulin à papier conventuel, établi à la Cressonnière, territoire de Landouzy-la-Cour, à un nommé Richard Morel. Le bail est consenti moyennant une redevance en argent de 40 livres, un chapon, deux poules, deux livres de cire à la trésorerie, quatre sols au couvent et quatre rames de papier, le tout exigible à la Saint-Martin.

Cet acte est le plus ancien que nous connaissions concernant les papeteries de la Thiérache.

A partir de la fin du XVI^e^ et surtout durant le XVII^e^ siècle, les moulins à papier se multiplient dans la région. Les seigneurs en installent le long des ruisseaux de leurs domaines ; des communautés religieuses encouragent et secondent l'initiative des particuliers. En l'espace d'un siècle, nous voyons s'édifier 14 moulins à papier, dans un rayon d'une dizaine de kilomètres autour de Vervins.

Le développement pris dans la région par

(1) Communication au Congrès des Sociétés Savantes, Toulouse, avril 1933.

cette industrie, est dû à la qualité des eaux, à la facilité d'établir sur le cours des ruisseaux de petites chutes, produisant une force motrice suffisante, pour actionner les maillets servant à préparer la pâte. On trouvait dans les forêts du voisinage les bois nécessaires pour construire les bâtiments, les roues hydrauliques, les ventelleries, les maillets et le combustible nécessaire au chauffage des cuves. Les tanneries fournissaient les débris de peaux avec lesquels on confectionnait la colle. Enfin, à l'époque, dans toute la Thiérache, on filait et tissait le lin; il n'était pas de matière plus convenable pour produire un excellent papier.

Au moment où l'industrie de la fabrication du papier s'installe en Thiérache, les besoins vont sans cesse en croissant. L'instruction se développe, des collèges se créent dans toutes les villes, les livres se répandent partout, et une ordonnance de Charles IX prescrit, dans les écritures publiques, de remplacer le parchemin par le papier. D'autre part, les manufactures de Saint-Quentin, les artisans de Notre-Dame-de-Liesse, réclamaient du papier d'enveloppe et du carton. Un peu plus tard, un enfant de Saint-Quentin, Jean Papillon, graveur et dominotier lança la mode des papiers peints, qui connut tout de suite une grande vogue.

Pour répondre à des demandes de plus en plus considérables, il était indispensable de multiplier le nombre des moulins à papier. Il n'y avait pas à redouter la concurrence, les papetiers du Vervinois n'arrivèrent jamais à satisfaire leur clientèle. Ce qui mit un obstacle à la production, ce fut la difficulté de se procurer les chiffons de toile qui constituaient à l'époque la seule matière première employée pour la confection du papier.

Les guerres, si fréquentes aux confins des Flandres, entravaient les opérations des ramasseurs de chiffons qu'on surnommaient *ferloquetiers ;* ils ne pouvaient circuler sans risques ; les loques les meilleures étaient réservées pour faire des bandes et de la charpie.

Il est remarquable qu'au cours des siècles, dans toute l'étendue de la province, l'industrie de la papeterie est restée cantonnée autour de Vervins.

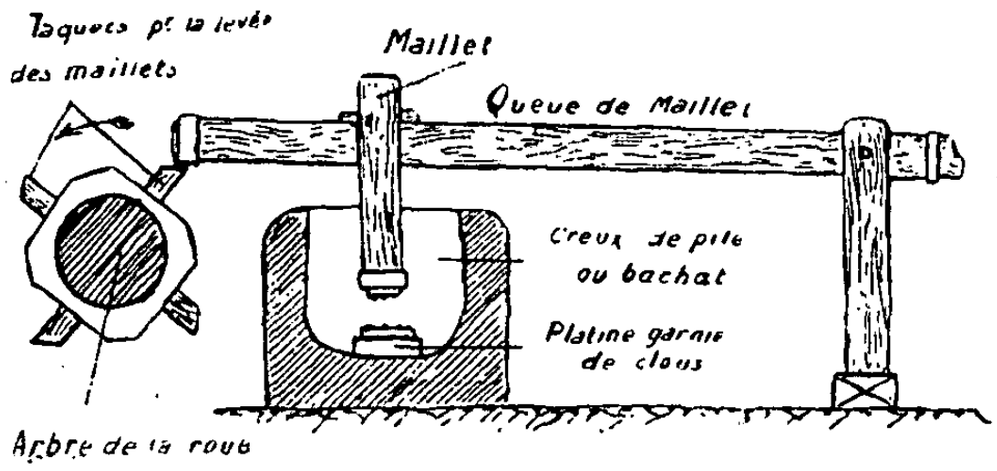
*
* *

Les moulins à papier d'autrefois, étaient de toutes petites exploitations, employant un personnel d'une dizaine de personnes, parmi lesquelles, un bon tiers appartenaient à la famille du papetier. En tenant compte des arrêts provoqués par la sécheresse ou les inondations, la production moyenne ne dépassait pas 2.000 feuilles par jour.

Les chiffons étaient recueillis dans un rayon de 40 kilomètres ; dès leur arrivée à l'usine ils étaient triés, nettoyés et ensuite portés au *pourrissoir.* On les laissait plusieurs semaines dans cette chambre obscure, se contentant de les arroser et retourner plusieurs fois par jour. Les chiffons étaient retirés au moment où ils dégageaient une chaleur telle qu'on ne pùisse endurer la main en la plongeant dans la masse. Suivant la saison, l'opération durait de 35 à 60 jours.

En sortant du pourrissoir les chiffons étaient divisés en petits morceaux et soumis au pilonnage des maillets dans des cuvettes taillées dans une énorme pièce de chêne. Le battage durait de 6 à 12 heures, la matière était à point lorsqu'on ne distinguait plus ni filaments, ni flocons. Alors on recueillait la pâte avec une écuelle, puis on la portait dans une chaudière contenant de l'eau chaude ; bien brassée, elle prenait l'apparence du petit lait.

Celui qu'en terme de métier on appelait l'*ouvrier,* prenait une *forme,* c'est-à-dire un cadre de la grandeur de la feuille garni de fils de laiton serrés les uns contre les autres ; il plongeait la forme dans la cuve et la retirait aussitôt ; durant quelques secondes il laissait écouler le superflu du liquide sur le *trapan ;* ce qui restait était étendu régulièrement par quelques mouvements de droite et de gauche et d'avant en arrière, dont l'objet avait pour effet de lier, d'accrocher les parties fluides de la pâte, de manière à laisser sur la forme une vraie feuille de papier ; après quoi, l'ouvrier passait la forme à son camarade appelé *coucheur.*



Le pilonnage des chiffons.

Le travail du coucheur consistait à détacher avec précaution la feuille encore humide et à l'étendre sur des langes de feutre.

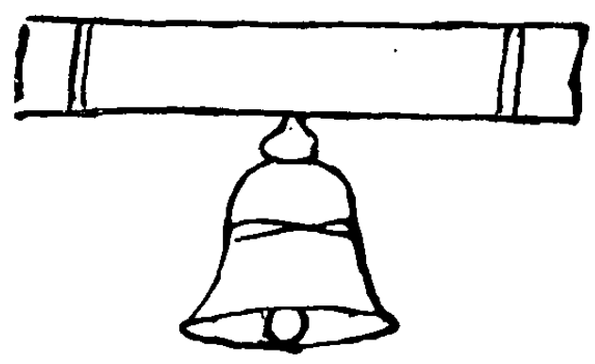
Tandis que le coucheur étendait la feuille, l'ouvrier préparait une autre forme ; en sorte que tout le travail s'exécutait seulement avec deux formes. Grâce à une habileté résultant d'une longue pratique, deux compagnons, possédant bien le métier, pouvaient confectionner en une journée de 14 heures environ 4.000 feuilles de papier.

Lorsque le coucheur avait empilé les unes sur les autres un certain nombre de feuilles, un

troisième compagnon appelé *leveur*, allait les soumettre à l'action énergique d'une presse, pour en faire sortir l'eau, puis des femmes et des enfants allaient porter les feuilles dans les *étendoirs* pour achever leur dessiccation à l'air libre.

Au bout de quelques jours on reprenait à nouveau les feuilles pour les coller afin que le papier acquiert la consistance nécessaire pour supporter l'encre ; cette opération était effectuée par le *salaran* ou *saleron*.

Après collage les feuilles étaient à nouveau soumises à l'action d'une presse et portées à



Filigranes des Papeteries de la Thiérache.

l'étendoir. Enfin, on les reprenait encore pour les lisser sur les deux faces, avec un fusil de granit parfaitement poli ; c'était la dernière opération.

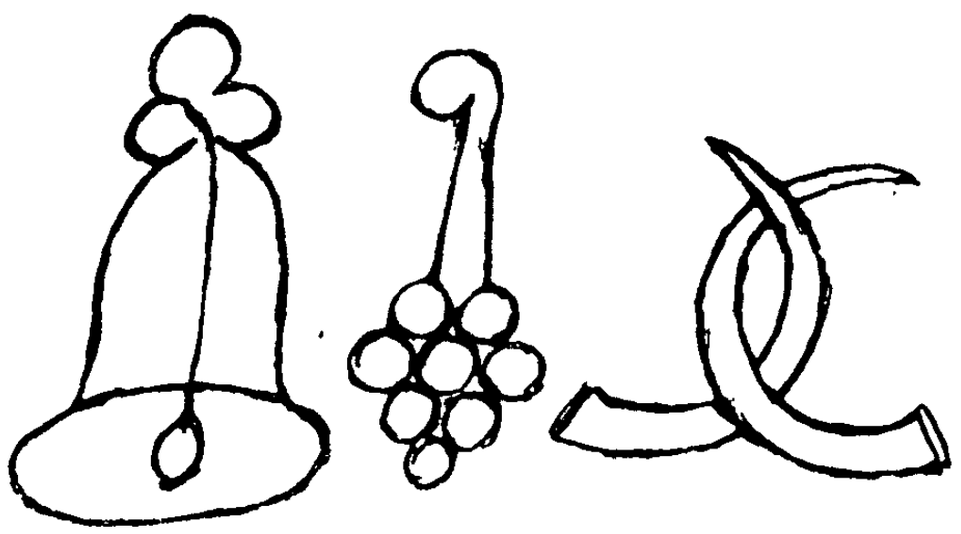
Cette façon compliquée de fabriquer le papier était la seule qui fût connue et pratiquée dans les papeteries de la Thiérache ; pendant des siècles elle ne fit l'objet d'aucun perfectionnement.

Cependant, en 1778, l'inspecteur des manufactures Trubert, dans le but d'encourager les progrès, d'unifier les méthodes, d'instruire les ouvriers sur les principes des manipulations, fit remettre à tous les maîtres papetiers du royaume, un mémoire sur la papeterie, rédigé par Nicolas Desmaretz, de l'Académie des Sciences, à la suite d'une mission en Hollande.

Desmaretz expliquait que l'infériorité des produits français provenait surtout de la défectuosité des étendoirs, établis en dehors de toutes les règles et amenant une dessiccation trop rapide et trop complète des feuilles avant collage.

Les artisans thiérachiens lurent sans doute la brochure qui leur fut adressée, mais n'en tinrent aucun compte. Il est vrai que les étendoirs, conçus suivant les plans de Nicolas Desmaretz devaient entraîner des dépenses considérables que nos petits fabricants n'étaient pas en mesure d'entreprendre.

Plusieurs maîtres ont observé, à des époques



Filigranes des Papeteries de la Thiérache.

différentes, que le papier confectionné en hiver était plus beau et plus blanc que celui fabriqué en été. Les eaux avaient sans doute leur influence dans ce phénomène : pour ma part, je suis tenté d'y voir une confirmation des théories de Nicolas Desmaretz, le séchage se faisant naturellement très lentement durant l'hiver et jamais d'une façon aussi complète que pendant les périodes de chaleur.

⁂

Des nombreux documents que j'ai consulté, il résulte que les anciens maîtres de moulins ont mené une existence plutôt misérable ; leur sort n'était guère plus enviable que celui de leurs ouvriers. Ils arrivaient difficilement à faire honneur à leurs affaires. Les locations trop élevées n'étaient pas toujours payées à l'échéance, à chaque renouvellement de bail des contestations surgissaient au sujet des réparations qui n'avaient pas été exécutées. Des expertises étaient ordonnées, ces documents nous renseignent sur l'état du matériel et des bâtiments à différentes époques.

Pour tâcher de se tirer d'affaire, les papetiers exerçaient d'autres professions. « la profession de papetier étant par elle-même insuffisante pour assurer une honnête aisance ». Tous, sans exception, se livrèrent aux travaux agricoles. Beaucoup profitèrent de l'excédent de force motrice dont ils disposaient pour installer des moulins à blé ou à tan. D'autres plus entreprenants se livraient à toutes sortes d'industries ; l'exem-

ple le plus curieux en est fourni par Gabriel Bouly ; celui-là était en même temps que papetier à Rabouzy en 1750, procureur du roi à l'Hôtel-de-Ville de Vervins, écorceur, brasseur, marqueur de cuirs, épicier, quincailler, agriculteur, et trafiquant en biens.

L'habitude, chez les papetiers de cumuler les professions les plus diverses, n était pas particulière à la Thiérache ; j'ai découvert à la Bibliothèque Nationale (Manuscrit 22.119), un arrêt du Parlement de Paris du 18 mars 1537 qui oblige les maîtres papetiers à exercer par eux-mêmes et leur interdit de se livrer à d'autres métiers.

Dans les moulins à papier, une partie du travail, notamment : le triage et l'effilochage des chiffons, l'étendage des feuilles pour le séchage, le lissage et l'emballage, pouvait être exécuté par des femmes et des enfants. Dès l'âge de huit ans, filles et garçons commençaient à rendre des services. C est sans doute la raison qui détermina les papetiers à avoir des familles nombreuses.

Lorsque les enfants avaient atteints la majorité, généralement ils restaient attachés à l'exploitation, et nous avons même observé qu'après mariage, gendres et brus venaient aussi apporter leur aide.

Dans ces conditions, le personnel étranger se trouvait des plus réduit. Les ouvriers peu nombreux, travaillant avec le patron et les membres de sa famille, n'eurent jamais, en Thiérache, les prétentions qu'ils montrèrent dans d'autres centres.

Le règlement de la corporation obligeait les maîtres papetiers à faire des apprentis. Alors qu'ailleurs, notamment dans la Généralité de Troyes, les compagnons avaient réussi à faire admettre que les apprentis seraient pris uniquement parmi les membres de leur famille, afin d'éviter la vulgarisation d'un métier dont ils entendaient se réserver le monopole ; en Thiérache les apprentis furent très souvent recrutés parmi des personnes étrangères à la profession.

L'apprentissage commençait tardivement, vers la vingtième année et durait 4 ans. L'apprenti était nourri, logé et recevait un modique salaire, proportionné aux services qu'il rendait.

La profession de papetier, telle qu'on l'exerçait autrefois, avait une influence nuisible sur la santé. Le séjour dans une atmosphère humide, engendrait des maladies : varices, œdématie des membres inférieurs, rhumatismes chroniques, scorbut, chute prématurée de la dentition, fièvres tierces, etc... La manipulation de chiffons souillés, renfermant toutes sortes de germes, n'était pas non plus sans inconvénients. Nous avons constaté que les maîtres papetiers mouraient jeunes ; très peu ont dépassé la cinquantaine.

Les baux des moulins à papier présentaient certaines particularités. Le loyer était payable parti en argent, parti en nature et toujours le propriétaire prenait soin de stipuler qu on devait lui livrer annuellement un nombre déterminé de rames de papier. J'ai même eu l'occasion de voir un contrat où le loyer était payable entièrement en papier.

Les réparations étaient toujours à la charge du locataire, qui s'acquittait bien mal de cette obligation. Cette clause n était jamais satisfaite ; toute la mécanique, faite avec des pièces de bois, s'usait rapidement, l'usager ne faisait que le strict nécessaire et remettait une usine tombant en ruines.

Quand le propriétaire était un seigneur ou une abbaye, dans le but de faciliter l'exécution des réparations, le locataire était autorisé à prendre dans les forêts appartenant au bailleur, le bois nécessaire, à condition de le faire abattre et débiter.

A expiration du bail, le locataire était autorisé à conserver l'usage des locaux le temps nécessaire pour terminer les fabrications en cours.

Enfin, nous avons trouvé des contrats où était prévu un loyer différent suivant que le pays était en paix ou en guerre.

Malgré des difficultés de toutes sortes, les anciens papetiers de Thiérache restaient profondément attachés à une profession qu ils se transmettaient de père en fils. L'exemple le plus caractéristique de cette fidélité, est fourni par la famille Bouxin, dont les descendants exercèrent, sans interruption, la profession de papetier depuis 1620 jusqu'en 1914.

Ils étaient fiers d'exercer une industrie qui les distinguait du commun, qui comportait l'octroi de certains privilèges, à laquelle était attaché un certain prestige puisqu'elle donnait droit au port de l'épée.

A leur insu, ils remplirent une mission dont ils n'eurent pas conscience ; pourtant c'est grâce à eux que nous pouvons pénétrer les secrets du passé.

Aux archives nationales, aux archives départementales de l'Aisne, dans les dépôts d'archives municipales, notariales et paroissiales de la région, on trouve quantité de documentes de toutes sortes écrits sur le papier fabriqué en Thiérache. C'est pourquoi il nous est possible d'apprécier les travaux de ces anciens maîtres. A toutes les époques, la qualité fut des plus variable ; j'ai eu occasion de manier de très beaux papiers, dont la pâte manquait peut-être un peu de blancheur, mais superbes de résistance, prenant admirablement l'écriture et d'une solidité à l'épreuve du temps. Ces pièces de choix ne sont pas rares, mais on en trouve en nombre au moins égal qui sont franchement mauvaises ; le papier, surtout celui marqué, est

*

mou, fluent, velu, mal collé et l'encre qui s'est étalée en rend la lecture difficile.

Bons et mauvais, tous ces anciens papiers nous sont devenus précieux parce qu'ils constituent des documents des époques disparues.

Sur les feuilles que confectionnèrent les anciens papetiers de la Thiérache, des diplomates ont griffonné les préliminaires de la paix de Vervins ; durant des siècles, des juges s'en sont servis pour écrire leurs sentences, des administrateurs leurs décisions, des penseurs leurs idées, des poètes leurs rêves ; des artistes les ont employées pour fixer des figures, des paysages, des aspects de la vie d'autrefois.

En confectionnant les matériaux sur lesquels d'autres ont écrit au jour le jour l'histoire du pays, les anciens maîtres de moulins à papier nous ont rendu un service qui mérite que nous adressions à leur mémoire un souvenir reconnaissant.

NOTES ET ACTUALITÉS

Electrolyse

Les dépôts électrolytiques. — D'après M. J. Lalauze (1), la théorie de Blum et Rawdon sur la formation des dépôts électrolytiques cristallins est de loin la plus logique. Voici les principaux points de cette théorie :

Distinguons la naissance de la croissance du métal déposé. Au début il semble bien que les germes cristallins sont d'autant plus nombreux que l'appauvrissement en ions à déposer, de la pellicule cathodique est plus rapide. Par exemple, à basse température, sous une forte densité de courant, en présence de colloïdes, ou de liquides visqueux inactifs (glycérine).

La structure du dépôt se trouve ensuite déterminée par les possibilités d'accroissement des premiers germes et de naissance d'autres cristaux. Blum et Rawdon font alors trois hypothèses :

1° L'atome de métal se fixe définitivement, là où l'ion vient de perdre sa charge, il peut, soit continuer un arrangement cristallin, soit en former un nouveau ;

2° Pour un même métal la tension de dissolution est fonction de la grosseur du cristal. Il semble, en effet, naturel d'admettre que les atomes sont retenus par des forces attractives dépendant, du reste, du cristal et qui contrarient leur tendance à passer en solution. Cette tendance, d'après Fœrster, est maxima pour l'atome et diminue avec l'augmentation du cristal ;

3° La décharge des ions se produit aux points de la cathode où la différence de potentiel métal-solution est minima.

A partir de ces trois hypothèses, des considérations très simples conduisent à la conclusion suivante. Si l'appauvrissement en ions de la pellicule liquide cathodique est intense, les cristaux formés auront peu de chance de croître, il se produira sans cesse de nouveaux germes. A l'inverse, si le liquide reste riche, les premiers cristaux croîtront aisément.

Poussant plus loin leur analyse, Blum et Rawdon classent les dépôts en trois groupes :

Groupe I. — Les cristaux croissent tous régulièrement, il ne se forme pas de nouveaux germes. Si, à l'origine, les germes étaient peu nombreux, ils donneront lieu à des cristaux isolés, s'ils étaient en plus grand nombre on obtiendrait des aiguilles ou des colonnes. L'étude des aiguilles, entre autres, offre quelque intérêt ; elles se produisent par accroissement des germes dans la direction de l'anode, selon Blum et Rawdon afin de diminuer le produit I.R., mais M. Salauze est d'un avis différent. La pellicule liquide cathodique perdant ses ions métal devient plus légère et s'élève, mais ce mouvement de convection, relativement aisé sur la face libre des cristaux est freiné entre eux. Par suite l'appauvrissement en cathions est grand entre les germes et faible sur la face regardant l'anode, le liquide y étant constamment renouvelé, la tension de polarisation y est plus faible, et le dépôt plus facile.

Groupe II. — Une partie seulement des premiers cristaux augmente. Les dépôts affectent la forme de cônes, dont le sommet se trouve sur la cathode. De tels dépôts se produisent lorsque l'appauvrissement de la pellicule cathodique étant assez élevé, des inégalités de concentration se produisent, entraînant l'accroissement exagéré de certains cristaux, exagération temporaire mais qui a pour résultat d'obstruer le chemin vers le liquide, aux germes voisins.

La faiblesse de la concentration en ions n'est pas suffisante pour amener la formation de nouveaux cristaux, seulement les atomes déposés marquent déjà une certaine indépendance vis-à-vis des cristaux existants et des mâcles se produisent.

Groupe III. — L'appauvrissement de la pellicule cathodique est très rapide, il se forme sans cesse de nouveaux cristaux. Si le dépôt est régulier, ce qu'on obtient avec des solutions conscentrées sous une grande densité de courant, ou avec des solutions de cyanures, on a la forme « brisée, compacte », excellente pour la galvanoplastie. Les formes « arborescentes » (petits fils allant dans toutes les directions) ou « spongieuse » (magma de petits cristaux sans cohésion) sont, au contraire, à éviter. Pour la formation des arborescences, nous retrouvons les théories de Blum et Rawdon et de M. Salauze, exposées plus haut, sur la naissance des aiguilles. La forme spongieuse ne se produit que si l'hydrogène se dégage.

L'influence de la structure du métal de la cathode n'est pas encore bien définie. Quelques règles simples peuvent être dégagées du peu d'expériences faites :

a) La structure du métal de la cathode n'intervient que si le métal déposé est le même ;

(1) « Bulletin de la Société Française des Electriciens » d'août 1933.

b) La surface cathodique n'a d'action que si elle est parfaitement propre ;

c) Avec ces conditions, les dépôts continuent d'abord la structure cristalline du support, puis peu à peu reprennent leur indépendance.

Ch. F.

Chimie physique

Les phénomènes de très basse température. — La réalisation de températures de plus en plus basses, atteignant la proximité immédiate du zéro absolu, a livré à l'investigation scientifique nombre de possibilités nouvelles. Au cours d'une série de conférences à la Royal Institution, le Prof. Mac Lennan (1), auquel revient une contribution importante à la question, a retracé les principales orientations suivies.

Dans la conquête des basses températures, la liquéfaction des gaz a été le problème prépondérant du début. Les premières tentatives en ce sens remontent à plus d'un siècl, en 1823, aux expériences de Faraday sur l'hydrate de chlore, que l'illustre physicien réussit à liquéfier sous sa propre pression. A l'époque cependant, l'insuffisance des techniques ne permit pas d'étendre beaucoup les résultats : l'air ne put être liquéfié qu'en 1883.

Pour la liquéfaction d'un gaz, il est naturellement essentiel de franchir nettement la température critique, seuil au-dessus duquel le changement d'état est théoriquement impossible. Par exemple, la liquéfaction de l'hydrogène exige une température inférieure à —234°, et on la réalise par refroidissement au moyen d'air liquide en évaporation à —200° et détente ultérieure en récipient clos. Pour l'hélium, le seuil critique de liquéfaction est —268°, et c'est alors l'hydrogène liquide dont on utilise l'évaporation pour produire de l'hélium liquide. Puis, par évaporation d'hélium liquide, Keesom a réussi à obtenir, ces dernières années, de l'hélium solide à $0°7$ abs.

Pour les mesures de température, on se sert de thermomètres à volume constant, en ayant soin de faire les corrections imposées par les écarts à la loi de Mariotte. A un moment donné, la pression du gaz devient assez petite pour n'être plus mesurable que par anémomètre à fil chaud ou encore par jauge de Mac Leod. Au-dessous de la température de liquéfaction de l'hélium, on ne peut plus que déduire la température de la tension de vapeur par formule théorique. Ultérieurement encore, on procède uniquement par extrapolation.

Aux très basses températures se manifeste, pour certains éléments et composés, le phénomène remarquable de la supraconductivité. Ainsi, à la température de $4°2$ absolu, comme la découvert K. Onnes en 1911, le mercure devient supraconducteur, ou en d'autres termes sa résistance au courant électrique devient sensiblement nulle. D'autres métaux, parmi lesquels le plomb et le thallium, ont été encore reconnus supraconducteurs. La supraconductivité donne lieu à des expériences frappantes. Un courant électrique, induit dans un anneau métallique à l'état supraconducteur, continue à y circuler autant que la basse température nécessaire s'y trouve maintenue. Mac Lennan a pu présenter à la Royal Institution un anneau de plomb supraconducteur parcouru par un courant préalablement lancé à Leyde, et il a fait constater que le voyage en avion de Leyde, à Londres, d'une durée de quelques heures n'avait en rien altéré ce courant. Certains alliages ou composés, tels que le sulfure de cuivre, deviennent supraconducteurs à très basse température, sans que pourtant leurs constituants manifestent individuellement la même propriété.

Mac Lennan a encore mentionné des effets des plus curieux d'ordre différent. Une lentille constituée par une boule d'oxygène liquide, n'absorbe que très peu, malgré sa température incontestablement très basse, les radiations calorifiques d'un arc électrique, comme peut le prouver la combustion éventuelle d'un papier placé au foyer.

D'autres expériences sur le spectre de l'aurore polaire ont encore amené Mac Lennan à présumer dans le spectre l'origine des bandes dans des molécules d'azote, tandis que la raie verte serait imputable d'après lui, à de l'oxygène, existant sous forme métastable.

S. V.

(1) *Engeneering*, 27 janvier, 3, 10 et 17 février 1933.

Biologie végétale

La Polarité dans le règne végétal. — On a parfois tenté de distinguer le règne végétal du règne animal eu égard au mode général d'accroissement que l'on observe dans l'un ou l'autre. Si l'on en écarte de nombreuses exceptions, notamment chez les vers, l'animal ne possède pas de centre localisé de croissance, tandis que les végétaux ne s'accroissent qu'aux points déterminés où les cellules de leur méristème entrent en activité. Chez les Bactéries, comme chez la plupart des plantes unicellulaires les plus simples, toutes les parties de la cellule semblent identiques, et l'on ne trouve aucune trace de différenciation protoplasmique de polarité.

La polarité apparaît chez les Algues, comme les *Chlomydomonas*, qui présentent une extrémité antérieure plus aiguë avec des cils; cette différenciation résulte de la fonction locomotrice. Le caractère de bipolarité d'une Algue unicellulaire, comme le *Protosyphon* est bien connu. Classique est également la polarité du *Bryopsis*, qui existe dans son organisation générale, mais ne se réalise que sous l'influence des conditions extérieures, puisque si l'on plante cette Algue par sa partie assimilatrice, il se développe des rhizoïdes et la partie supérieure de la plante se transforme en partie inférieure.

Dans le zygote issu de l'acte sexuel la polarité est absente; elle prend une importance fondamentale qu'au fur et à mesure que l'organisation se complique.

Nous retrouvons ici la notion de finalité qui, malgré tant d'efforts, domine encore le problème de la stabilité du type spécifique.

En ce qui concerne les plantes supérieures, un certain nombre d'observations ont cependant montré que certaines différenciations pouvaient être provoquées par l'influence du milieu.

Les expériences de Klebs ont amené à considérer que la formation de la fleur résulte de l'action de différences saisonnières dans l'abondance de la nutrition beaucoup plus que de différences qualitatives dans la nature des substances qui agissent sur les substances méristématiques.

Dans les expériences de Dortal et de Mémec, des possibilités diverses dans le mécanisme de la régénération se sont manifestées dans les diverses parties d'une même tige.

Mémec a reconnu que tandis que la région basale d'une feuille de *Streptocarpus wendlandii* produisait des rameaux adventifs uniquement fertiles, des rameaux végétatifs naissaient à la base de veines situées au-dessus.

Dortal a montré, sur *Circaea intermedia*, que des feuilles prises à différents endroits sur la même plante pouvaient

donner naissance soit à des rameaux stériles, soit à des tiges susceptibles de porter des fleurs. Ces expériences semblent devoir être interprétées comme résultant de différences quantitatives dans la répartition des mêmes substances à l'intérieur de la plante; l'action de substances morphogènes, dont l'idée se retrouve dans la théorie de la pangenèse de Darwin, a été écartée par les deux auteurs.

Quant au problème de la différenciation et de l'évolution des cellules du méristème, deux hypothèses ont été émises ces dernières années pour tenter de le résoudre. Dans l'une de ces hypothèses, la régénération des tissus, notamment en cas de blessures, résulterait de l'action d'hormones provenant du liber. Une autre hypothèse, valable pour des tissus sains aussi bien que pour des tissus en voie de cicatrisation, fait intervenir la notion de concentration en ions hydrogène à la surface du protoplasme du méristème en activité. On sait l'importance du *p*H sur la perméabilité des membranes; les différences d'évolution du méristème seraient dues à des différences de nutrition. Riehm (1904) a, depuis longtemps, montré que lorsque des fragments de feuilles de *Cardamine pratensis* étaient immergés dans une solution de PO^4H^2K, relativement acide, ils donnaient naissance à des bourgeons trois jours après et à des racines deux jours plus tard, tandis que, plongés dans une solution relativement alcaline de PO^4K^2H, des racines ne se formaient qu'après trois jours et les bourgeons deux semaines après.

Si donc le comportement des cellules du méristème dépend de leur position à l'intérieur des tissus vivants, ainsi que de la réaction du milieu dans lequel elles baignent, il faut reconnaître que de nombreuses recherches restent à entreprendre pour résoudre les problèmes de physiologie concernant la croissance et la différenciation des plantes.

L. Hédin.

Ethnologie

La question des « Races ». — Aujourd'hui où non seulement les savants, mais aussi le grand public, parlent couramment de races, de racisme, une mise au point scientifique du sujet est réellement d'actualité.

Selon le Dr George Montandon, Professeur à l'Ecole d'Anthropologie, la *race* est un groupe d'individus exclusivement apparentés par leurs caractères physiques, somatiques. De la race, se distingue l'*ethnie*, dont les sujets forment bloc somatiquement peut-être, mais avant tout par la langue et la mentalité. Il n'y a pas de race française, il y a une ethnie française, dont les éléments relèvent de plusieurs races. Le conflit du racisme et de l'ethnisme, bases respectives de deux doctrines nationales opposées, est rendu avec une pleine clarté par le simple schéma de trois colonnes verticales (Latins, Germains, Slaves : trois ethnies), coupant à angle droit trois niveaux horizontaux (Méditerranéens, Alpins, Nordiques : trois races) : les pourcentages peuvent différer, mais chacune de ces ethnies contient des éléments des trois races, et chacune des trois races participe aux trois ethnies. Aucune politique d'ailleurs, dans *La Race, Les Races* du Professeur Montandon, ouvrage de la collection scientifique Payot — même si les politiciens peuvent bâtir sur cette base scientifique.

L'humanité est une; elle ne peut donc avoir surgi par polygénisme. Mais la distribution des Préhumains, celle des Humains fossiles, la naissance des caractères raciaux actuels, montrent que l'humanité — *une*, mais cosmopolite dès son origine — s'est formée ologénétiquement. La constitution de grand'races, de races, de sous-races, s'effectue, comme processus principal, par concentration géographique et accentuation typologique. Car un type ne sera pas seulement primitif ou métissé. Il pourra être aussi indifférencié ou bien accentué, progressif. La différence entre la primitivité et l'indifférenciation (qui peut varier dans ses degrés) consistera en ce que le primitif semblera avoir conservé des gènes formatifs des types préhumains, tandis que l'indifférencié sera représenté par un type neutre d'*Homo sapiens*. L'Australien sera un primitif, l'Amérindien un indifférencié. Des types accentués sont, par exemple, le Nigritien ou Nègre d'Afrique et l'Européen blond.

Lorsqu'il s'agit de procéder à une énumération des cinq grand'races et des vingt races humaines, il n'est pas possible de les disposer en un chapelet idéal, puisque leur position réciproque est spatiale. Un chapelet naturel peut cependant être établi, mais à condition que soit observée la double règle suivante : 1° Faire débuter la série par le Sud de l'Afrique ; 2° Passer de l'Ancien-Monde au Nouveau-Monde, non pas par le détroit de Behring, mais par la Terre-de-Feu. Une carte de la répartition mondiale des races sur le globe, carte qui porte l'Amérique à droite, comme le réclament les nécessités ethnologiques, et de superbes portraits de représentants des vingt races, accompagnent ces vues synthétiques nouvelles.

Ethnographie

Traditions corporatives des constructeurs de cours d'eau souterrains (rhettaris) et des maîtres de l'heure d'eau (moul el keits) de Marrakech. — La ville de Marrakech est en train d'améliorer son alimentation d'eau potable en faisant procéder par le Service des Travaux Publics du Protectorat, à la réfection d'anciennes et au creusement de nouvelles rhetaras, sortes de rivières souterraines artificielles, du type de celles que les gens des oasis aménagent de temps immémorial au Sahara.

Avant notre installation dans la grande cité du Maroc central, ces canalisations, déjà fort nombreuses, servaient surtout à l'arrosage des jardins et des terres cultivées. La propriété de doigts d'eau, c'est-à-dire de parts d'eau, était régie par de fort vieilles traditions, qui en réglaient les droits de cession. C'est qu'une rhettara a toujours été établie en vue de rendre fécond un territoire aussi vaste que possible : il en est résulté le tracé de méandres et de bras adjacents infiniment développés, qui compliquent singulièrement le trajet de la conduite souterraine entre ses points extrêmes.

Les maâlems indigènes qui dirigent les ouvriers qui exécutent les travaux d'établissement d'une rhettara forment la corporation très estimée des rhettaris. Ils jouissent auprès de leurs coreligionnaires d'un véritable prestige de sourcier ou de sorcier.

Il en est de même du moul el keits, du maître de l'heure, qui en fonction de la durée, partage le jour et la nuit en fractions égales, afin d'assurer une équitable répartition des eaux de la rhettara entre les divers propriétaires fonciers riverains. Suivant la saison, en effet, les heures changent. C'est la nuit que le moul el keits calcule à l'avance, d'après les astres, les détails de l'attribution horaire de l'eau du lendemain : ainsi le maître de l'heure d'eau se présente, aux yeux du peuple, comme un savant doublé d'un devin.

L. Joleaud.

Rites de la corporation des porteurs d'eau (guerrabas) de Fès. — Les quartiers indigènes de la ville de Fès viennent d'être pourvus d'un réseau de canalisa-

tions d'eau potable, ainsi que de nombreuses bornes fontaines, par les soins des autorités françaises. Cet événement, qui a eu une répercussion profonde sur la vie de la grande cité marocaine, va déterminer sans doute la disparition, à brève échéance, de la corporation des porteurs d'eau ou guerrabas.

Jadis ce groupement était nombreux et puissant à Fès ; il ne compte plus, aujourd'hui, que 95 adhérents, tous, bien entendu, étrangers à la ville et n'y contractant pas d'alliances durables, y demeurant à l'état de simples passants. Les guerrabas de la capitale du Nord viennent exclusivement du Sud du Moghreb, de l'oued Draa : leur mokadem (chef) actuel est originaire de Tazirine.

Une de leurs traditions, peut-être en rapport avec les anciens rites néolithiques où des bovins servaient de support à des opérations magiques de l'eau, consiste en l'offrande d'un taureau à Moulay Yacoub, leur grand patron, santon d'une célèbre station thermale située entre Fès et Meknès. Pour réunir la somme nécessaire au paiement de la bête destinée au sacrifice, les guerrabas forment un cortège corporatif : ils exhibent dans la médina l'animal, en même temps qu'ils tendent, pour recueillir les offrandes, un assemblage de toiles de sacs cousues les unes aux autres, au lieu du traditionnel grand tapis, que la dureté des temps ne leur permet plus de posséder. Le taureau, qui avait été cédé conditionnellement aux porteurs d'eau par un propriétaire fasi, est d'ailleurs payé au bout de quelques jours, grâce aux dons reçus : la corporation se rend alors en corps à la koubba de Mouley Yacoub, pour y procéder au sacrifice rituel de l'égorgement du jeune bovin amené de Fès. L. JOLEAUD.

Médecine

Submersion et mort subite des baigneurs. — Le mécanisme de la mort par submersion est actuellement expliqué de façon très satisfaisante. C'est une forme un peu spéciale du grand groupe des asphyxies. La mort est dans tous les cas la conséquence de l'anoxhémie et des variations du taux de CO^2. Il se passe mécaniquement des phénomènes assez complexes sur lesquels récemment le Dr Cot et ses collaborateurs ont fait la pleine lumière.

Le trouble principal est un œdème suraigu du poumon, conséquence de la défaillance du cœur périphérique et de l'encombrement par le sang du système capillaire et veineux. Le spasme artériel qui chasse la masse sanguine produit son effet surtout au niveau du cerveau et du poumon. Aussi trouve-t-on constamment dans ce dernier une quantité importante de mousse, « spume », qui n'est pas due à l'envahisement par l'eau mais résulte, au contraire, du brassage par l'air restant du sérum transsudé. Le « choc alvéolaire » décrit par les Lyonnais n'existerait donc pas et l'inondation pulmonaire ne se fait que tardivement après l'œdème. Celui-ci est d'ailleurs commandé par la contraction des muscles de la glotte et du pharynx qu'irritent d'emblée le contact de l'eau et par des aspirations diaphragmatiques puissantes.

Telle est d'ordinaire la succession des phénomènes qui entraîne la mort chez les noyés et l'on sait les règles précises de thérapeutique d'urgence à instituer dans de tels cas. Vite et vigoureusement appliquées les manœuvres de respiration artificielle, la saignée, etc... donnent d'heureux résultats à condition que le séjour dans l'eau n'ait pas été trop prolongé.

A coté de ces noyés bleus, asphyxiés, il y a, dans un moins grand nombre de cas des noyés « blancs » (Pajot) chez qui l'état de mort apparente est dû moins à l'asphyxie qu'à une inhibition d'emblée : le mécanisme est ici moins évident ; on ne trouve pas de lésions à l'autopsie et l'on doit se borner à admettre qu'il s'est produit dès l'immersion un réflexe syncopal. Quant à l'origine même de ce réflexe, elle reste difficile à préciser et sans doute est-elle différente selon chaque cas particulier. On a invoqué le choc émotif normalement intense chez les déséquilibrés neuro-végétatifs ; des lésions de l'oreille, du tympan notamment pourraient aussi intervenir. Ces cas sont d'ailleurs les plus favorables et donnent le pourcentage le plus élevé de survie.

Il n'est pas de même dans les noyades accidentelles dites « par congestion » sur lesquelles récemment le Pr Verhoogen (de Bruxelles) attirait l'attention (*Bruxelles médical*, 13 août 1933). Il s'agit là de ces faits, malheureusement trop courants pendant la période d'été, dans lesquels un baigneur a coulé brusquement et n'a pu être ramené à la vie pour si court qu'ait été son séjour dans l'eau.

Il est classique dans de tels cas d'attribuer l'accident au fait que le bain était pris pendant la période de digestion et que la perturbation apportée a entraîné un collapsus mortel. Une telle explication manque cependant de bases physiologiques sérieuses et l'on peut aisément objecter que, si traditionnellement, il est recommandé d'attendre la fin de la digestion pour prendre contact avec l'eau froide, dans nombre de pays pareille précaution n'est pas observée et les accidents ne sont pas plus fréquents.

Aussi le Pr Verhoogen pense-t-il qu'il s'agit d'une indisposition particulière chez les sujets victimes de ces accidents. Il y aurait pour eux une véritable anaphylaxie, une cryo-allergie, à l'égard des impresisons thermiques qui serait à l'origine d'un véritable choc avec toutes ses conséquences.

Il est à remarquer, en effet, que l'acident ne se produit pas dès l'immersion, mais au bout de quelques instants, entrainant brutalement une paralysie totale, telle que le meilleur nageur coule au fond sans pouvoir appeler au secours.

Un tel état est d'ordinaire complètement ignoré du sujet et il est fort probable que ce n'est que peu à peu, à la suite d'excitations répétées que s'est établie cette allergie. Cependant un observateur averti est à même de déceler des signes avant-coureurs assez significatifs pour mettre en garde et prévenir le danger. Une sensibilité particulière au froid, aux manifestations de plus en plus fréquentes doit attirer l'attention : ces accidents « mineurs » d'une extrême banalité s'observent fréquemment : leur valeur indicative est considérable surtout chez les adultes proches de la cinquantaine. Un exemple typique est apporté par l'auteur et confirme pleinement ce point de vue.

Quant au mécanisme du choc lui-même, il consisterait dans la libération brutale par la peau d'une excessive quantité d'histamine ou de substance H. L'impuissance motrice qui en résulte est grave surtout du fait qu'elle entraîne la submersion : il est probable d'ailleurs que le collapsus cardio-vasculaire favorise la mort rapide avant l'asphyxie.

Argumentant les vues du Pr Verhoogen, le Dr Pigeard de Gurbert (*Journal des praticiens*, 9 septembre 1933) insiste sur la différence notable qui existe entre la noyade par syncope banale dans laquelle la survie est possible si l'accidenté est retiré à temps et la noyade « par congestion » toujours mortelle. Pour lui, le stade digestif à une grosse importance : la clé du problème serait dans le passage brutal à travers la barrière intestinale des albuminoïdes alimentaires incomplètement dédoublés ; l'enva-

bissement des chylifères produirait une floculation du plasma sanguin avec toutes ses conséquences ; et cet envahissement serait conditionné par un déséquilibre vasomoteur : sous la poussée de l'afflux sanguin dû à la vasoconstriction périphérique le système viscéral verrait ses tensions vasculaires perturbées. Cette explication n'exclut pas les sensibilités thermiques individuelles qui commanderaient une production plus intense des phénomènes.

Quelle que soit d'ailleurs l'interprétation que l'on puisse faire des faits, les conclusions pratiques sont faciles à dégager : considérer comme très dangereux les bains froids pris pendant la période de digestion ; se tenir sur ses gardes en tous temps si des signes prémonitoires ont révélé une particulière sensibilité au froid ; et l'accident survenu, sitôt le noyé ramené, pratiquer une vigoureuse thérapeutique « anti-choc » (injections d'adrénaline, toni-cardiaques, stimulants diffusibles, sérum glucosé, réchauffement intense).

Dr Didiée.

SCIENCES APPLIQUÉES

Génie maritime

La crise mondiale et le progrès technique. — La période d'une dizaine d'années qui a suivi la fin de la grande guerre a marqué, incontestablement, une phase décisive dans l'histoire de la technique navale. Aucune autre époque ne saurait lui être comparée, pas même celles qui ont été signalées par les transformations apparemment les plus radicales. Il faut reconnaître d'ailleurs que les conséquences complexes dans l'ordre d'un conflit sans précédent, sans même parler de l'impulsion qui devait résulter du temps d'arrêt subi au cours des hostilités, ni de la destruction massive de matériel qui en était la conséquence directe, expliquent suffisamment le caractère de cette période de réalisation intensive, dont les principales innovations ne faisaient, au surplus, que développer et consacrer par le succès pratique, des études et des conceptions poursuivies avec patience depuis longtemps déjà.

La première conséquence de la crise a été d'arrêter les constructions et de paralyser en grande partie l'essor si vigoureusement amorcé des services renouvelés de la navigation. J'ai donné, dans de précédentes notes, quelques précisions sur la situation critique des entreprises de construction navale, en particulier les nôtres, pour lesquelles la phase la plus aiguë de la crise s'est trouvée retardée par suite de diverses circonstances. J'ai montré pareillement le marasme qui atteint aujourd'hui à plein nos compagnies de navigation et qui se traduit notamment par un chiffre du tonnage désarmé, bien fait pour susciter les plus graves inquiétudes. C'est l'existence même d'une industrie essentielle qui est menacée.

Or, si l'on se place au point de vue — philosophiquement désintéressé, sans être pour autant ni égoïste ni indifférent — du progrès continu de l'application scientifique et de la rationalisation de l'effort industriel, on peut être conduit à se demander si les résultats si brillamment acquis, au cours d'une période de technicité particulièrement remarquable, ne risquent pas d'être compromis par les effets désastreux d'une crise qui menace de se prolonger au-delà de la capacité de résistance des industries. Certains ont cru constater déjà des signes de régression, manifestés par le retour à d'anciennes pratiques jugées par une surannée, ce qui les conduit à conclure à la faillite économique des conceptions nouvelles, résultat qu'ils s'empressent de rattacher aux méfaits d'une rationalisation excessive, caractéristique de toute l'organisation industrielle contemporaine.

En réalité, les conséquences de la crise économique présente, n'ont pu encore atteindre que la marche des entreprises et les possibilités financières de réalisation. Aucune crise ne peut évidemment supprimer ce que l'application scientifique a permis une fois de concevoir, ni même ralentir dans son principe, le progrès d'une recherche fondée sur le développement rationnel de la connaissance. L'utilisation de certaines innovations apparait-elle comme trop onéreuse, en présence de la réduction du trafic et de l'insuffisance des ressources, c'est nécessairement encore à la technique scientifique que l'on demandera des solutions plus économiques, mieux adaptées aux programmes concrets qu'imposent les circonstances. C'est sous cet angle qu'il convient d'envisager les régressions prétendues, comme par exemple la renaissance de la machine à vapeur, qui ne fait en réalité, ainsi que j'ai essayé de le faire comprendre ici à mainte reprise, que manifester un élan nouveau de la technique.

Ce qu'il importe surtout de retenir, c'est que la crise a suivi la grande phase des réalisations techniques, plutôt qu'elle ne l'a interrompue ou même écourtée. Lorsque les premiers symptômes de malaise ont commencé à se manifester, les résultats décisifs étaient déjà acquis, non pas seulement dans le domaine des principes, mais la voie de l'application concrète. La rapidité avec laquelle a été poursuivie la mise au point de la plupart de ces techniques est, d'ailleurs, l'un des traits caractéristiques de la période.

Au lieu d'un type unique de conception, ne comportant que des variantes de détail, l'ingénieur est aujourd'hui en mesure d'opter entre différentes solutions, nettement différenciées les unes des autres et convenant chacune à une série bien délimitée de situations. Le choix sera guidé par une adaptation aussi exacte que possible des possibilités techniques, aux circonstances économiques du moment. Le Diesel, la turbine à vapeur, la machine alternative se trouvent, du point de vue de l'application scientifique, à un degré comparable de perfection intrinsèque. La transmission électrique de la force motrice produite par la turbine ou le Diesel ,apporte encore, dans quelques séries de cas, des facilités nouvelles et singulièrement accrues.

Il faut noter, au surplus, qu'un très grand nombre de navires ont été construits au cours de la période récente ; les Compagnies sont donc en possession de flottes très modernes, très perfectionnées, dont les unités entrent, pour ainsi dire, à peine en service. D'autre part, un peu partout, des refontes plus ou moins complètes ont été réalisées, en vue d'accroître encore la valeur d'unités, relativement jeunes pour la plupart. Je citerai, à titre d'exemple, la transformation récente des paquebots *Rouen* et *Versailles*, de la ligne Dieppe-Newhaven de la Compagnie des Chemins de fer de l'Etat. Les chaudières primitives chauffant au charbon ont été remplacées par des chaudières à petits tubes, avec chauffe au mazout. En outre du remaniement des emménagements, qui a permis

de porter le nombre des passagers à 340, au lieu de 289, cette refonte a pour conséquence de réduire le nombre des chauffeurs, de 17 primitivement à 4 seulement ; la consommation de combustible est de 16 t. 8 de mazout, au lieu de 30 tonnes de charbon, par traversée. Un gain de vitesse maxima est en outre obtenu : 26 nœuds 68 au lieu de 24.

On tiendra compte, pareillement, des travaux de refonte plus limités, qui, sans modifier les appareils installés, apportent des améliorations de détail au fonctionnement de ceux-ci, ou encore à la disposition des auxiliaires, en utilisant précisément à cet effet les résultats des premières expériences. Il ne faut pas confondre la période de mise au point d'un type d'appareil avec celle des remaniements et perfectionnements de détails, qui tendent à obtenir une utilisation toujours plus rationnelle. Si la mise au point peut être considérée désormais comme acquise, il reste encore beaucoup à étudier dans la seconde voie et l'une des premières conséquences de la crise a été nécessairement de stimuler toutes les recherches qui peuvent aboutir à améliorer le rendement d'ensemble des installations.

De telle sorte qu'à y regarder d'un peu plus près, la technique navale apparaît, au contraire de ce que l'on pourrait imaginer, comme un courant d'étude encore en pleine activité, activité dont le champ d'investigation s'est singulièrement étendu, dans des branches multiples, du fait même des grandes réalisations récemment acquises. J'aurai d'ailleurs l'occasion de signaler, par la suite, quelques-unes des nouvelles étapes ainsi parcourues, soit dans la voie de l'amélioration du rendement d'ensemble des divers genres d'installation, soit encore dans celle de la stabilisation des dispositifs pouvant concerner plus spécialement un type particulier de navire.

Ce qu'il importe, d'ailleurs, de considérer avec attention, c'est l'essor de toutes les recherches théoriques relatives aux problèmes qui, auparavant, étaient à peu près abandonnés à la routine des praticiens et à la tradition empirique. Ainsi en est-il pour l'étude des carènes, aujourd'hui poursuivie par les moyens précis de la technique expérimentale des bassins d'essai pour modèles. Des résultats fort intéressants ont été obtenus au cours des années récentes et des formes de carène rationnellement établies ont déjà justifié aux essais les inductions de leurs auteurs. Un aperçu de ces résultats fera l'objet d'un prochain article. D'autres recherches ont pour objet les propulseurs, la vibration des coques, la technique des procédés nouveaux, tels que la soudure électrique, etc. Si longue que doive être la durée de la crise, celle-ci ne peut marquer, pour la technique, qu'un temps de concentration et, pour le moins, de consolidation des résultats acquis.

LOUIS BASSO.

Quelques navires français récents : paquebots et cargos de tonnage moyen. — Alors que commence à sévir la phase la plus aiguë de la crise qui accable nos industries maritimes, alors que se pose de la façon la plus urgente la redoutable question de l'avenir et de l'existence même de l'armement et des chantiers navals français, il importe de se rendre compte de ce que peuvent représenter, tant du point de vue de l'outillage national que de celui de la valeur technique du nombreux personnel qu'ils occupent, les établissements modernes de constructions navales. A cet effet, rien n'est plus instructif que de passer en revue la production récente de ces chantiers, dont la plupart des cales vont malheureusement demeurer pour longtemps inoccupées. Cette production, qui ne représente d'ailleurs depuis bien des années qu'une fraction minime de la puissance réelle des entreprises, comprend des unités des types les plus divers, dont chacune mériterait, de par ses qualités multiples, de retenir l'attention du public maritime.

J'ai consacré déjà quelques notes aux plus importants de nos grands navires récents : *La Normandie*, qui sera le plus grand navire du monde, le transatlantique *Champlain*, le grand courrier d'Extrême-Orient *Aramis*. On y pourrait joindre le *Maréchal-Joffre* et le *Président-Doumer*, ce dernier lancé en février de la présente année.

Les quelques détails qui suivent sont relatifs à des bâtiments de dimensions moindres, mais tout aussi intéressants par le perfectionnement de leurs installations et l'importance de leur destination.

Voici, d'abord, le paquebot *Côte-d'Argent*, mis en service en mai dernier, soit deux ans après la *Côte-d'Azur*, qui a fait preuve d'excellentes qualités nautiques : facilité d'évolutions, faiblesse des roulis, etc. Ces deux navires, qui possèdent les mêmes caractéristiques, assureront désormais le service de la ligne Calais-Douvres, en remplacement de l'*Empress* et de l'*Invicta*, vieux aujourd'hui d'une vingtaine d'années. On sait que ce service est exploité depuis 1919 par la Société Anonyme de Gérance et d'Armement.

Les deux paquebots déplacent 2.600 tonnes et mesurent 103 mètres de longueur hors tout. Ils ont été construits aux chantiers de Graville de la « Société des Forges et Chantiers de la Méditerranée ». L'aménagement répond à toutes les exigences de confort des transports par mer et conviendrait parfaitement à des traversées de durée moins réduite. Sur le pont principal, deux larges coursives, éclairées par de grandes baies vitrées et meublées de tables et fauteuils Pullman, s'étendent sur chaque bord, desservant chacune une rangée de huit cabines. Sur le pont inférieur, sont installés la salle à manger et les salons, décorés comme les cabines en style moderne. Le pont des embarcations est aménagé en pont-promenade.

L'appareil moteur se compose de deux groupes de turbines à réduction simple, développant une puissance globale de 14 000 CV., qui ont permis d'atteindre 23 nœuds aux essais. La vitesse en service est de 21 nœuds. Les chaudières, à haute vaporisation, sont du type « Raubert et Luquet » (qui a été décrit dans la Revue du 10 octobre 1931); elles ont été construites par la Société Française Babcock et Wilcose, à La Courneuve. Ces chaudières se caractérisent par deux collecteurs situés dans un même plan et faisant entre eux un angle de 45° ; les collecteurs sont reliés par des tubes munis, sauf ceux dits « de coup de feu », d'ailettes en tôle soudée, dont le nombre et la dimension augmentent à mesure qu'on s'éloigne du foyer. On remarquera, pour en terminer, que la chauffe au pétrole, par la réduction du nombre et du volume des cheminées (une seule en l'espèce) rend plus aisée la distribution des locaux pour les passagers.

Les Chantiers et Ateliers de Provence, à Port-de-Bouc, avaient achevé, l'année dernière, le *Pascal-Paoli* pour les lignes de Corse de la Compagnie Fraissinet. Ce paquebot, de 100 mètres de long et de 3.900 tonnes de déplacement en charge, dont la vitesse en service est de 16 nœuds, est propulsé par deux groupes de turbines à engrenages à réduction double, dont la puissance peut atteindre 5 500 CV. Les chaudières sont du type « Prudhon-Capus », à circulation accélérée.

Les mêmes chantiers ont livré au début de cette année un bâtiment de conception toute nouvelle et qui, par sa destination, présente un intérêt d'actualité des plus carac-

térisés. Il s'agit d'un cargo spécialement aménagé pour le transport des bananes, construit pour la Compagnie des Transports Maritimes de l'Afrique Occidentale Française. On sait que la Guinée compte parmi les régions les plus favorisées pour la culture des bananes. Alors que le marché français de ce fruit n'avait été alimenté pendant longtemps que par les importations des Antilles et des Canaries, la Guinée française est parvenue, au cours des dernières années, à faire progresser du tout au tout ses exportations. Celles-ci ont passé de 1 400 tonnes en 1925 à 17 800 tonnes en 1932.

Mais il est clair que l'avenir de ce trafic dépend avant tout de l'organisation des moyens de transport, jusqu'à présent nettement insuffisants. La Compagnie des Transports Maritimes avait d'abord procédé à la transformation, en vue de ce but spécial, du cargo *Kindia*. En présence de la réussite de l'essai, deux navires furent commandés aux Chantiers et Ateliers de Provence. Le premier de ceux-ci est précisément le *Kolente*, qui est entré en service au mois de mars ; le second doit être livré à l'automne. Avec le *Kindia*, la Compagnie disposera donc de trois navires, grâce auxquels elle sera en mesure d'assurer trois départs par mois de Konakry sur Bordeaux et Nantes.

Le *Kolente* mesure 105 mètres de longueur hors tout et déplace 4 800 tonnes. Une machine à triple expansion de 3 500 CV lui donne une vitesse de route de 14 nœuds 5, qui le classe par conséquent dans la catégorie des cargos dits « rapides ». Les chaudières sont, encore ici, du type « Prudhon-Capus », tout à fait approprié à ce genre de service, type qui ajoute aux avantages de la chaudière cylindrique classique quelques-uns de ceux des appareils de conception plus compliquée.

L'ensemble des cales, formant quatre étages à l'avant et trois à l'arrière, est subdivisé en quatorze compartiments distincts, d'une capacité totale de 3 500 mètres cubes. Le navire peut, de la sorte, recevoir une cargaison d'environ 900 tonnes, représentant de 35 à 40 000 régimes de bananes.

Les compartiments sont isolés contre la chaleur ; un système spécial de ventilation assure et maintient en tout temps une température d'environ 16°, tandis qu'une circulation d'air emporte l'acide carbonique dégagé par les fruits. Le débit horaire des ventilateurs, qui sont au nombre de quatre, est de 160 000 m³, pour une puissance absorbée de 40 CV.

Le cargo est encore aménagé pour embarquer dix passagers. Les cabines, ainsi que les logements du personnel, occupent le château central.

Dans la même catégorie, essentiellement moderne, des cargos rapides, je citerai encore l'*Allier* et l'*Ardèche*, achevés à la fin de 1932, le premier par les « Ateliers et Chantiers de France », à Dunkerque, le second par les « Chantiers de Normandie », à Grand-Quevilly. Ces deux navires, d'un déplacement de 5 600 tonnes et d'une longueur de 105 mètres, sont exploités par une Compagnie filiale de la Compagnie Générale Transatlantique et spécialement destinés au transport des moutons entre Alger et Marseille. Outre une cargaison de marchandises en cales, les entreponts peuvent recevoir, répartis entre un certain nombre de compartiments, 6 à 7 000 moutons.

La propulsion est assurée, pour chaque navire, par un groupe de turbines à réduction simple, construit par les « Chantiers de la Loire » ; les chaudières (Prudhon-Capus) ont été fournies par les Chantiers et Ateliers de Saint-Nazaire-Penhoët. La puissance maxima est de 4 000 CV, à 120 tours de l'hélice. L'*Allier* et l'*Ardèche* ont réalisé à leurs essais des vitesses maxima, respectivement de 16 nœuds, en déplacement de 5 300 tonnes, et de 16 nœuds 98, à celui de 3 500 tonnes. La vitesse de route, fixée à 14 nœuds, se trouve donc largement assurée. Les « Chantiers de France », peu avant la livraison de l'*Allier*, avaient lancé le contre-torpilleur *Vauquelin*.

Louis Basso.

Mécanique

Les nouveaux progrès des moteurs à injection. — Dans la séance du 23 juin 1933, de la Société des Ingénieurs Civils de France, les moteurs à injection, notamment les moteurs à vitesse variable ont fait l'objet d'une série de communications fort intéressantes dont nous donnons ci-dessous la philosophie, en commençant par la conférence où M. Rethel a fait connaître ses travaux de recherches scientifiques sur l'injection d'huile lourde dans les moteurs Diesel, en vue de l'emploi de ces moteurs à bord d'avions.

Les problèmes de l'injection dans les moteurs Diesel.

Nous ne pouvons reprendre la question *ab ovo;* les intéressés trouveront dans notre livre sur les moteurs à combustion (Collection Armand Colin), toutes les notions utiles. Nous n'insisterons pas sur les précisions nouvelles apportées par M. Retel.

L'importance de la pulvérisation de l'huile lourde injectée est évidente. L'ingénieur Riehm trouva que le temps nécessaire à l'inflammation est en raison du carré de la dimension des gouttelettes. Un moteur rapide exige donc une très grande finesse de pulvérisation (pour 1800 t/m, la majorité des gouttes doit être comprise entre 10 à 15 μ : ainsi la petite masse de combustible composant une injection doit être divisée en *plusieurs dizaines de millions* de gouttes).

M. Retel a trouvé que, parmi les conditions qui gouvernent la pulvérisation, la séparation du jet en filets dès la sortie de la tuyère est la principale. La section des filets liquides dépend surtout de la viscosité et de la vitesse du jet. Sous l'influence des vibrations, les filets se subdivisent en fuseaux d'autant plus fins que la densité du milieu est grande. Finalement, le diamètre des gouttes peut être exprimé par la relation :

$$D = \frac{K}{f(\rho, A)} \frac{\mu}{d V^2 \alpha^2}$$

μ, viscosité du liquide,
d, densité du liquide,
A, tension superficielle de ce combustible,
ρ, densité du milieu,
V, vitesse du jet,
α, angle formé par les vitesses de deux éléments de filets voisins (cet angle est une fonction de la turbulence, c'est-à-dire de l'agitation du milieu).

L'expérience confirme cette théorie.

Pour chaque ajutage, il y a des proportions et des formes qui, sans trop diminuer la vitesse, assurent avec régularité la plus grande finesse. La vitesse voulue dépend de la vitesse du jet, et, par conséquent, de la pression d'injection.

Dans ces conditions, la pulvérisation ne dépend plus que du profil de la tuyère et de la vitesse de sortie : notamment, on ne modifie pas la pulvérisation, en brisant les jets contre un obstacle ou en les dirigeant l'un contre l'autre.

Quant à la pénétration du jet, elle est favorisée par la vitesse initiale et gênée : par la densité du milieu, par la finesse et par la dispersion des gouttes. Lorsque la vitesse du piston varie, l'inflammation se produit à des distances plus ou moins grandes de la tuyère, ce qui peut conduire à des combustions incomplètes. On y remédie :

a) en scindant le jet en plusieurs jets, afin que chacun trouve autour de lui l'oxygène nécessaire;

b) en donnant à l'air de la cylindrée une *turbulence* convenable.

L'influence de la turbulence explique la faveur dont jouissent les moteurs à 2 temps pour lesquels la turbulence est plus facile à réaliser.

L'allure du diagramme dépend :

1°) du délai d'inflammation τ du combustible, qui conditionne l'avance à donner à l'injection;

2°) de la masse m de combustible qui se trouve dans le cylindre au moment de l'inflammation, quantité qui dépend elle-même de la pression maximum.

Le délai τ étant proportionnel au carré du diamètre des gouttes fines, lequel est, sensiblement, en raison inverse de la pression d'injection, on peut écrire une relation entre : la vitesse du moteur, la pression d'injection et l'angle d'inflammation (angle de la manivelle pendant le délai τ).

Cette relation forme avec l'impression de la masse m et avec l'équation du débit de l'injecteur, un système de trois équations comportant deux variables indépendantes :

quantité totale de combustible injecté,
vitesse du moteur;

et quatre inconnues :

masse m,
angle d'inflammation,
angle d'injection,
pression d'injection.

Il faut, pour déterminer le système, une condition supplémentaire. On pourra se proposer de maintenir à tout régime, la même pression maximum. On pourra choisir l'angle d'inflammation pour avoir une certaine sécurité contre la détonation. L'une ou l'autre de ces conditions permettra d'écirre une relation entre l'angle d'injection, la pression d'injection, la vitesse ou la charge du moteur, relation qui déterminera la liaison mécanique à assurer pour obtenir le système d'alimentation *ad hoc*.

L'équation du débit de l'injecteur donne d'utiles indications, car il faut se garder des variations exagérées de la pression d'injection.

Moteurs a antichambre.

M. Delanghe préconise le moteur à antichambre.

Dans les moteurs à chambre unique, il faut pousser très loin la subdivision du jet, ce qui conduit à employer, pour les moteurs à petits alésages, des orifices de l'ordre du dixième de millimètre, exigeant pour des vitesses élevées, des pressions de plusieurs centaines d'atmosphères.

Dans l'antichambre, au contraire, si le dispositif est pertinent, l'air refoulé par le cylindre devient si turbulent que le jet combustible s'y diffuse très vite sans qu'il soit besoin pour cela d'exagérer la pression. Le commencement de combustion y provoque une surpression chassant le combustible partiellement brûlé dans le cylindre. L'antichambre est un *relais d'injection* du genre *pneumatique* sans inconvénient.

Les moteurs à réservoir d'air où la combustion se poursuit dans le cylindre, depuis son début jusqu'à la fin, ne comportent qu'un réservoir d'air soufflant, dans le cylindre, l'air indispensable à la combustion parfaite.

On sait que les moteurs semi-Diesel, d'autre part, diffèrent des moteurs à antichambre par l'existence, dans la chambre de combustion, d'une portion de paroi non refroidie afin de faciliter l'auto-allumage, lequel, dans les moteurs à antichambre n'est déterminé que par la pression élevée; même si une zone de la culasse est un peu moins refroidie pour réchauffer le combustible, elle n'est jamais assez chaude pour enflammer l'huile lourde.

Mais le moteur à antichambre a besoin de dispositifs de démarrage à froid (mèches, bougies, injecteurs auxiliaires). En outre, sa consommation dépasse de 5 à 10 %) celle d'un moteur à injection directe de même puissance.

Allure de l'injection.

M. A. Mandel estime qu'il convient — dans les moteurs rapides — de régler les courbes de pression immédiatement avant les orifices du pulvérisateur, en agissant sur la pompe et le dispositif d'injection. Il serait possible d'assurer ainsi la pulvérisation optimum pour des variations de vitesse ou de charge de 40 à 100.

Pompe auto-avance.

Les mérites de cette pompe sont exposés par M. Outin.

Le piston commandé par lame et poussoir se termine par une tête présentant un évidement et, au-dessus, 2 rampes inclinées; 2 rainures font communiquer l'évidement avec la partie supérieur du corps de pompe.

Ce piston est parfaitement équilibré pour les plus grandes vitesses.

Au bas de la course, le *gas-oil* remplit l'évidement jusqu'à ce que les orifices d'arrivée soient masqués par le piston qui remonte. C'est alors le refoulement jusqu'à ce que l'évidement se présente devant les orifices d'arrivée.

A chaque coup de pompe, on refoule une quantité de combustible égal au volume d'un cylindre de section égale à la section du piston et de la hauteur égale à celle de la génératrice de la tête qui se trouve devant l'orifice d'arrivée. Une variation angulaire du piston autour de son axe permet donc un réglage précis.

Autres communications.

M. Bochet a montré comment les moteurs ont évolué vers la simplicité et la robustesse. M. de Sermoise décrivit la pompe M. A. N. que construit la S. G. C. M. en France.

Tous ces conférenciers méritent des éloges et avec eux, M. Garnier, Président du Comité de Mécanique des Ingénieurs Civils, qui organisa cette remarquable série de communications.

Edmond Marcotte.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 30 octobre

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *L. Fantappié.* — **Intégration par quadratures de l'équation parabolique générale, à coefficients constants sur les caractéristiques.**

— *J. Le Roux.* — **Sur les caractéristiques des équations aux dérivées partielles du premier ordre.**

— *J. Rey Pastor* (prés. par M. E. Borel). — **Sur l'application de la méthode de Borel aux séries qui ont des termes nuls.**

— *G. Tzitzeica* (prés. par M. E. Cartan). — **Sur les fonctions rationnelles osculatrices à une fonction analytique.**

CALCUL DES PROBABILITÉS — *E.-J. Gumbel* (prés. par M. E. Borel). — **La plus petite valeur parmi les plus grandes et la plus grande valeur parmi les plus petites.**

GÉOMÉTRIE. — *J. Schreier* et *S. Ulan* (prés. par M. E. Cartan).

MÉCANIQUE ONDULATOIRE. — *P. Copel* (prés. par M. L. Broglie), — **Propagation d'une onde plane associée au mouvement d'un corpuscule.**

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Mme Camille Flammairon* et *F. Quénisset* (prés. par M. de La Baume-Pluvinel). — **L'observation et la photographie des météores du 9 octobre 1933.**

PHYSIQUE GÉNÉRALE. — *E. Sevin* (prés. par M. E. Esclangon). — **Sur la nature des ondes et des corpuscules.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *J.-P. Arend* (prés. par M. H. Le Chatelier). — **La composition et la structure des couches sédimentaires en fonction des équilibres orogéniques.**

— *A. Dauvillier* (prés. par M. de Broglie). — **Observation des Aurores polaires au Scoresby Sund pendant l'Année Polaire.**

Le résultat des observations effectuées montre la fausseté des théories attribuant les phénomènes auroraux et magnétiques à l'émission par le Soleil de rayons ultraviolets, en attribuant les retards constatés à une durée de propagation de corpuscules électrisés, mais il prouve que ce sont bien les jets coronaux déliés équatoriaux qui sont la cause de ces phénomènes.

ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE. — *E. Mathias.* — **Sur la réalité des restes d'éclair sphérique.**

PHOTOÉLECTRICITÉ. — *H. Spindler* et *R. Coustal* (prés. par M. J. Perrin). — **Prévision du pouvoir photoélectrique de certains corps à partir d'un nombre structural lié à la formule de ces corps.**

Les auteurs ont constitué des cellules sur le modèle de celles à l'oxyde de cuivre, Cu^2O : CuCl, CuBr et CuI. L'électrode transparente a été constituée par un dépôt d'or pulvérisé cathodiquement.

Les propriétés des cellules au bromure cuivreux sont tout à fait comparables à celles des cellules à l'oxydule. Seulement le courant produit par la lumière, au lieu de se diriger dans le circuit extérieur du support de cuivre vers l'électrode transparente, comme dans les cellules au Cu^2O, se dirige de la pellicule d'or vers le support de cuivre. A dimensions égales, la sensibilité d'une cellule au CuBr s'est trouvée de l'ordre de grandeur des 3/5 de celle d'une bonne cellule au Cu^2O. Les cellules au CuBr s'altèrent sous l'action prolongée de la lumière et perdent généralement leurs propriétés au bout de quelques jours.

CHIMIE PHYSIQUE. — *J. Amiel.* — **Sur la combustion lente du benzène : vitesse de la réaction.**

Les recherches de l'auteur l'ont conduit à représenter les variations de la vitesse V, en fonction de la température absolue T, par la relation :

$$\log V = -\frac{12300}{T} + 18{,}21.$$

— *R. Etienne* (prés. par M. Le Chatelier). — **Sur le déplacement de l'équilibre à volume constant.**

— *M. L. Josien* (prés. par M. Le Chatelier). — **Action de l'eau d'iode sur l'azotate d'argent.**

Les virages suivant la dilution sembleraient établir qu'en solutions concentrées, des ions I — seraient absolument nécessaires à la coloration bleue de l'empois d'amidon et ces ions n'existeraient plus après la précipitation de l'iodure par l'azotate d'argent ; en solutions diluées, au contraire, la présence de ces ions ne serait plus aussi rigoureusement nécessaire.

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *E. Aubert de la Rüe.* — **Contribution à l'étude géologique de la Cordillère occidentale des Andes de Colombie.**

Etude des bassins du Yurumangui et du Noya, fleuves côtiers se jetant dans le Pacifique entre 3° et 3°30' lat. N. (versant ouest de la Cordillère occidentale).

— *M. Collignon* (prés. par M. Douvillé). — **Le Trias inférieur marin du nord de Madagascar et sa faune de Céphalopodes.**

Les couches de Barabanja constituent, dans l'hémisphère austral, une réplique particulièrement nette des dépôts de l'Himalaya, de la Salt Range et de l'Idaho, caractérisés par les genres *Flemingites*, *Hedenstroemia* et *Pseudosageceras*.

CÉOLOGIE VÉGÉTALE. — *A. Davy de Virville* (prés. par M. Molliard). — **La flore et les conditions physiques des flaques du littoral de l'océan Atlantique et de la Manche.**

Les deux types de flaques (flaques à Chlorophycées et flaques à Phéophycées) rencontrés sur le littoral méditerranéen se retrouvent sur le littoral de l'Atlantique et de la Manche, mais avec des variations floristiques moins accusées. On y trouve, de plus, des flaques ou fentes obscures à Floridées. Les variations du *p*H et de la température ont été déterminées.

ZOOLOGIE. — *J. Millot* et *R. Jonnart* (prés. par M. Caullery). — **Sur la présence de corps à fonction phénolique libre dans le sang des Araignées.**

Il peut exister de façon normale, dans le sang des Aranéides, des corps à fonctions phénoliques libres, fixés sur les granulocytes ou dissous dans le plasma. Les phénols présents dans le sang avant une mue disparaissent toujours à la suite de celle-ci pour reparaître au cours de la semaine qui précède la mue suivante. On peut se demander si l'apparition dans le sang de ces substances généralement toxiques ne serait pas une des causes du phénomène complexe qu'est la mue chez les Araignées.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Polak* (prés. par M. Fabry). — **Sur la vision des couleurs et ses anomalies.**

La théorie trichromatique, qui réduit la vision normale des couleurs à trois couleurs fondamentales ne peut être maintenue ; elle est en désaccord avec les faits. La vision des couleurs est caractérisée par deux facteurs physiologiques : la position du maximum lumineux dans le spectre et l'étendue des régions unitonales. Dans les anomalies du type Rayleigh, il y a déplacement du maximum lumineux, sans extension des régions unitonales. Lorsque, en même temps qu'il y a déplacement du maximum lumineux, il y a extension des régions unitonales, on observe le daltonisme type Nagel si le déplacement est vers le rouge, le daltonisme type Dalton si le déplacement est vers le violet. Lorsque le déplacement vers le violet est encore plus accusé et que les deux régions unitonales se fusionnent en une seule, couvrant tout le spectre visible, on a une achromatopsie totale, type Daubeney-Huddard.

MÉDECINE. — *R. Grain* (prés. par M. d'Arsonval). — **Le traitement électrique des laryngites catarrhales chroniques.**

Le traitement consiste en une ionisation iodée du larynx.

M. Mascré.

Séance du 6 novembre.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *A. Rosenblatt.* — **Sur l'application de la méthode des approximations successives de M. Picard à l'étude de certaines équations non linéaires du quatrième ordre.**

— *Saltykow* (prés. par M. H. Villat). — **Groupes fonctionnels semi-gauches, incomplets.**

ASTROPHYSIQUE. — *A. Machiels.* — **A propos d'une explication des vitesses d'éloignements des nébuleuses.**

PHYSIQUE DU GLOBE. — *J.-P. Rothé* (prés. par M. Maurain). — **Observations magnétiques au Scoresby Sund pendant l'année Polaire.**

On a enregistré au Scoresby Sund, de façon continue, les variations du champ magnétique terrestre. Les observations ont montré la périodicité d'environ vingt-huit jours des journées très agitées comme des jours calmes, périodicité qui a été suivie très régulièrement toute l'année.

Les mesures de déclinaison faites au Cap Stewart ont donné pour la moyenne de la variation séculaire sur une période de quarante-deux ans — 11 minutes. Les autres mesures ont montré que cette station est placée sur une anomalie relativement importante.

POLARIMÉTRIE. — *G. Bruhat* et *A. Guinier* (prés. par M. A. Cotton). — **Mesures photoélectriques de dispersion rotatoire magnétique dans l'ultraviolet.**

PHOSPHORESCENCE. — *A. A. Gunlz* (prés. par M. G. Urbain). — **Sur la théorie du phosphorogène**

DIFFUSION MOLÉCULAIRE. — *A. Rousset* (prés. par M. Ch. Fabry). — **La diffusion de la lumière et les rotations des molécules dans les liquides.**

EFFET RAMAN. — *A. de Silveira* (prés. par M. J. Perrin). — **Sur l'effet Raman des sels d'aluminium.**

RADIOCHIMIE. — *C. Chamié* (prés. par M. J. Perrin). — **Contribution à l'étude du Th C.**

CHIMIE PHYSIQUE. — *E. Toporescu* (prés. par M. Le Chatelier). — **Sur la corrosion du fer.**

— *Letort* (prés. par M. G. Urbain). — **Influence des traces d'oxygène sur la décomposition thermique de la vapeur d'acétaldéhyde.**

L'auteur démontre que la décomposition thermique de la vapeur d'acétaldéhyde est fortement catalysée par des traces d'oxygène ou d'air. Il décrira ultérieurement l'influence de différents facteurs sur cette catalyse et en discutera la théorie.

— *Mlle S. Veil* (prés. par M. G. Urbain) — **Sur la conduction électrique de la gélatine.**

PHYSICOCHIMIE. — *P. Tauzin* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Le domaine d'inflammation du mélange $2H^2+0^2$ à basse pression.**

— *Ed. Rencker* (prés. par M. Ch. Fabry). — **Point de transformation et ramollissement des verres.**

L. Franchet.

GÉOLOGIE. — *H. Douvillé* et *Tilho.* — **La géologie de la région au nord du Tchad.**

L'ensemble des observations montre le large développement des formations gréseuses au nord du Tchad ; elles se prolongent à l'est dans l'Eguei et le Toro. Il y aurait jonction avec les dépôts de la région du Niger et avec les couches crétacées de la Tripolitaine. La mer, à cette époque, aurait couvert une grande partie du Soudan, faisant communiquer le golfe de Guinée avec la Méditerranée orientale et la Mésogée, communication qui aurait été interrompue plus tard par les grands mouvements tectoniques de l'Eocène.

— *J. Bourcart.* — **Sur l'existence du Bubale antique dans les limons de l'Oued Imar'ir'en (Haut-Atlas de Marrakech) et la signification paléoclimatique de cette trouvaille.**

Les conditions que suppose l'existence du *Bubalus antiquus* amène à considérer l'existence, dans la stratigraphie du Quaternaire marocain, de deux périodes pluviales séparées par une période sèche et chaude.

— *R. Furon* (prés. par M. Cayeux). — **Présentation d'une échelle stratigraphique pour les terrains paléozoïques de l'Afrique occidentale.**

Echelle comportant : a) Précambrien plissé ; b) Episode continental ; c) Primaire horizontal subdivisé en Cambrien, Ordovicien, Gothlandien, Dévonien et Carbonifère. Cette échelle est analogue à celle que C. Kilian a établie pour l'Ahaggar. Il y a lieu d'insister sur l'extraordinaire constance des faciès qui se poursuit sur des milliers de kilomètres, depuis le Maroc jusqu'aux environs immédiats de l'Afrique équatoriale.

LITHOLOGIE. — *L. Berthois* (prés. par M. Cayeux). — **Sur la présence de la barytine dans l'arène de granulite d'Alençon (Orne).**

PALÉONTOLOGIE. — *Mlle M. Friant* (prés. par M. Jacob). — **Sur les affinités de l'Issiodoromys, Rongeur de l'Oligocène d'Europe.**

L'*Issiodoromys* a été rattaché, en raison de la forme bilobée de ses molaires à l'état abrasé, au groupe exclusivement sud-américain des Caviidés. Mais l'étude des molaires avant l'abrasion montre que cette affinité n'existe pas. D'ailleurs l'abrasion a lieu ici après la naissance et non, comme chez les Caviidés, *in utero*. L'*Issiodoromys* appartient, en réalité, aux Théridomyidés dont il est le plus évolué. Ainsi disparaît un argument invoqué pour admettre l'existence, à l'époque tertiaire, d'un continent sud-Atlantique réunissant l'Amérique australe à l'Ancien monde.

CYTOLOGIE VÉGÉTALE. — *P.-A. Dangeard*. — Observations sur le vacuome des Cyanophycées.

Le vacuome des Cyanophycées correspond à quatre types principaux, reliés les uns aux autres par de nombreuses transitions. Chez les *Nostoc*, il existe une ou plusieurs vacuoles dans lesquelles le colorant vital peut provoquer l'apparition de corpuscules chromatiques d'aspect variable, se colorant comme la chromatine nucléaire. Chez un *Anabæna* on a observé des vacuoles d'abord homogènes dont le contenu métachromatique peut passer à l'état de corpuscules dans le cytoplasme ou se précipiter en un nodule intravacuolaire. Dans les *Oscillatoria*, il peut se précipiter dans la vacuole, sous l'influence du bleu de crésyl, des endochromidies ou des sphérules chromatiques. Des granulations se déposent aussi, dans les cellules de *Lyngbia*, au sein des vacuoles. Le vacuome n'est donc pas différent de celui qu'on observe dans la généralité des cellules végétales et des cellules animales.

BOTANIQUE. — *P. Lesage* (prés. par M. Molliard). — Contribution à l'étude des modifications héréditaires produites dans les plantes par la chaleur.

Les expérieces poursuivies par l'auteur depuis plusieurs années sur le *Lepidium sativum* montrent que, en dispositif convenable, les cultures sous châssis sont plus précoces que les cultures en plein air et qu'après deux générations, les graines semées en plein air donnent des plantes plus précoces que les témoins. Cette précocité se retrouve chez les graines nées de ces plantes et peut se maintenir pendant douze années au moins.

ZOOLOGIE. — *P. Chabanaud* (prés. par M. Caullery). — Les grandes subdivisions de l'ordre des Poissons hétérosomes sont-elles justiciables d'un criterium discriminatif ?

L'orientation de la fente buccale, la liberté du limbe préoperculaire, la composition du squelette basiptérygial de la pectorale ne peuvent servir de caractères distinctifs absolus entre les Pleuronectiformes et les Soleiformes. Comme critérium absolu, on peut recourir à la position de l'œil migrateur chez l'adulte et surtout au mode d'insertion de la partie épicranienne de la notoptère (nageoire dorsale).

PHYSIOLOGIE. — *M^lle E. Le Breton* et *G. Schaeffer* (prés. par M. d'Arsonval). — Utilisation totale de la chaleur de combustion de l'alcool éthylique par l'homéotherme à la neutralité thermique.

Chez les homéothermes, la combustion de l'alcool éthylique n'entraîne aucune augmentation des échanges, ou très faible par rapport aux calories de l'alcool ingéré. Il n'y a chez eux, à la neutralité thermique, aucune production d'extra-chaleur ; l'énergie potentielle de l'éthanol est utilisée en dehors des besoins de la thermogénèse.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *L. Silberstein* prés. par M. G. Bertrand). — Le soufre dans l'organisme des animaux.

79 dosages sur des organes séparés ou sur des corps entiers appartenant à 27 espèces animales, ont été effectués. D'une façon générale, la teneur en soufre est environ trois à cinq fois plus élevée que chez les végétaux.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *E. et H. Biancani* et *A. Dognon* (prés. par M. Desgrez). Sur les mesures d'intensité dans un champ ultra-sonore de faible étendue.

Emploi d'un dispositif calorimétrique ; la vibration est partiellement absorbée par le liquide contenu dans le récipient, dont la température s'élève. L'élévation de température, en dehors de la chaleur spécifique, est fonction des propriétés absorbantes du liquide vis-à-vis des ultra-sons.

M. Mascré.

NOUVELLES

Académie des Sciences. — M. P. A. Dangeard a été élu Vice-Président pour l'année 1934. Il prendra donc la Présidence en 1935.

M. R. Thiry a été élu Correspondant pour la Section de Mécanique.

Observatoire de la Société astronomique de France. — M. Robert Lencement fera le vendredi à 21 heures, du 12 janvier au 16 février inclus, six leçons d'Astronomie dans l'ordre suivant :

12 janvier. — *Le Ciel et l'Univers.* — La voûte céleste. Les apparences. Etoiles et Planètes. La Voie Lactée. La position du système solaire dans l'Univers.

19 janvier. — *Les Planètes.* — Le système solaire. L'Attraction universelle. Les Planètes. Comètes. Bolides et Etoiles filantes.

26 janvier. — *La Terre et la Lune.* — La Terre, 3^e planète. Constitution, mouvements. La Lune, mouvements et aspects. Sa surface.

2 février. — *Le Soleil.* — L'étoile la mieux connue. Aspects et constitution. Les éclipses de Soleil et de Lune.

9 février. — *Les Etoiles et l'Univers stellaire.* — Eloignement et constitution physique des étoiles. Leur répartition. Les nébuleuses spirales et les Univers-Iles.

16 février. — *L'Astronomie.* — Observatoires. Les méthodes modernes. Astronomes et amateurs. Utilité de l'Astronomie. L'Astronautique.

Tous les mardis et samedis, à 21 heures, séances d'observations pratiques, sous la direction de MM. Darney et Sagot, lauréats de la Société. L'Observatoire est ouvert au public.

En outre, des Conférences sur l'Astronomie auront lieu tous les lundis à 21 heures, du 8 janvier au 26 mars dans l'ordre ci-dessous et une Conférence sur l'Atlantide aura lieu le mercredi 24 janvier, également à 21 heures :

8 janvier. — *La photographie stéréoscopique appliquée à l'Astronomie et à la Météorologie* (avec présentation d'un choix de photographies au stéréoscope), par M. F. Quénisset, astronome à l'Observatoire Flammarion, de Juvisy.

15 janvier. — *L'Ozone atmosphérique*, par M. Chalonge, de l'Observatoire de Paris.

22 janvier. — *Histoire d'une étoile double : la 61^e du Cygne*, par M. le docteur Paul Baize, lauréat de la Société.

24 janvier. — *L'Atlandide, son existence et sa disparition, d'après les données astronomiques*, par M. L. Filippoff, astronome à l'Observatoire d'Alger.

29 janvier. — *Influences curieuses du Soleil sur les plantes*, par M. G. Bidault de l'Isle, fondateur de l'Observatoire de la Guette.

5 février. — *L'Effet Doppler-Fizeau et les Vitesses radiales*, par M. A. Machiels.

12 février. — *Les Nébuleuses diffuses de William Herschel*, par Mme Isaac Roberts-Klumpke, docteur ès-science, ex-astronome à l'Observatoire de Paris.

19 février. — *La valeur scientifique des procédés de Photographie des couleurs. Leur emploi en Astronomie*, par M. R. Ceillier, docteur ès sciences.

26 février. — *Les astronomes préhistoriques*, par M. Robert Lencement, ingénieur.

5 mars. — *La Stratosphère*, par M. H. de Lipkowski, ingénieur.

12 mars. — *Méthodes simples, pratiques, à la portée de tous, pour rendre service à l'Astronomie*, par M. F. Quénisset, astronome à l'Observatoire Flammarion, de Juvisy.

19 mars. — *La Lumière zodiacale et le Gegenschein*, par M. G. Bidault de l'Isle, fondateur de l'Observatoire de la Guette.

26 mars. — *Le problème des Voyages interplanétaires*, par M. A. Ananoff.

Les Cours et Conférences auront lieu à l'Hôtel des Sociétés Savantes, 28, rue Serpente, Paris (5e).

Bibliothèques universitaires. — Le recrutement du personnel se fera désormais ainsi :

Pour être nommé bibliothécaire dans une bibliothèque universitaire, il faut être inscrit sur une liste d'aptitude dressée annuellement par la section permanente de la commission supérieure des bibliothèques.

Les candidats à l'inscription sur la liste d'aptitude aux fonctions de bibliothécaire dans une bibliothèque universitaire doivent justifier :

1° De l'un des titres suivants :

Archiviste paléographe.

Doctorat ès lettres ou doctorat ès sciences (diplôme d'Etat).

Agrégation de l'enseignement secondaire.

Ancien membre des Ecoles de Rome ou d'Athènes.

Licence ès lettres ou ès sciences.

Diplôme de l'Ecole des langues orientales vivantes.

Diplôme de l'Ecole des hautes études.

Doctorat en droit.

Doctorat en médecine.

Doctorat en pharmacie.

2° D'un diplôme technique de bibliothécaire délivré dans les conditions fixées par un arrêté ministériel.

Par mesure transitoire, peuvent demander leur inscription sur la liste d'aptitude :

1° Les candidats pourvus du certificat d'aptitude aux fonctions de bibliothécaire universitaire délivré dans les conditions fixées par l'arrêté du 20 décembre 1893 ;

2° Conformément aux dispositions de l'arrêté du 11 décembre 1930, les candidats pourvus du certificat d'aptitude aux fonctions de bibliothécaire dans une bibliothèque municipale classée, délivré à la suite de la session d'examen de mars 1929. — (*Journal Officiel* du 19 décembre 1933).

Vie scientifique et universitaire

Université de Paris. — *Faculté des Sciences.* — M. E. Gumbel fera 4 Conférences sur : « *Les valeurs extrêmes des distributions statistiques* ». Ces Conférences auront lieu à l'Institut Henri Poincaré, Amphithéâtre Darboux, les mardis 12 et 19 décembre 1933, 16 et 23 janvier 1934, à 17 h. 30.

— Me Vera Dantchakoff, ancien Professeur à l'Université de Columbia de New-York et Chef de laboratoire de Morphogénèse à Moscou a fait cinq Conférences les 7, 8, 12, 14 et 15 décembre 1933, à 17 h. 15, à la Sorbonne (Amphithéâtre Milne-Edwards), sur : « *Les cellules germinales et leur rôle dans l'édification de l'Organisme* ».

— M. le Professeur W. Vernadski, Membre de l'Académie des Sciences de Moscou, a fait les 19 et 22 décembre, deux conférences sur : « *Les Problèmes de la Radiogéologie* ».

— *Soutenance de thèse.* — 11 décembre. — M. Valadares : « *Contribution à la spectographie par diffraction cristalline du rayonnement.* »

13 décembre. — Mlle Raffy : « *Recherches sur le métabolisme respiratoire des poïkilothermes aquatiques.* »

Muséum National d'Histoire Naturelle. — Par décret en date du 8 décembre 1933, est modifiée la dénomination de différentes chaires du Muséum, conformément au tableau ci-dessous :

DÉNOMINATION actuelle.	DÉNOMINATION nouvelle.
Productions coloniales d'origine végétale.	Agronomie coloniale.
Physiologie générale et comparée.	Physiologie générale.
Classification et familles naturelles de cryptogames.	Cryptogamie.
Classification et familles naturelles des phanérogames.	Phanérogamie.
Organographie et physiologie végétales.	Anatomie comparée des végétaux actuels et fossiles.

CHRONIQUE BIBLIOGRAPHIQUE

Les principes de la statistique mathématique, (T. I, fasc. IV du Traité de Calcul des Probabilités de M. Emile Borel), par R. Risser et C. Traynard. In-8° de 340 pages. Gauthier-Villars, éditeur, Paris. — Prix : 80 francs.

Cet ouvrage, qui synthétise les doctrines de la statistique mathématique, intéressera non seulement les étudiants qui s'attachent à la connaissance des questions de ce domaine, mais tous ceux dont l'activité est orientée vers l'examen des documents statistiques.

Les auteurs ne se sont point bornés au domaine théorique, mais ont illustré par des exemples appropriés les passages les plus délicats.

Une place importante est accordée à la théorie de la corrélation qui, ces dernières années, a suscité tant de recherches. Signalons aussi que l'étude des séries statistiques, succédant à celle des types de dispersion, a fourni

l'occasion de montrer, à côté du rôle important de l'analyse, la part notable laissée à l'intuition du chercheur.

En ce moment où la statistique voit accroître d'une manière considérable le champ de ses applications, on peut mesurer ce prix de la collaboration apportée par les deux éminents auteurs à M. Emile Borel dans la rédaction de son grand Traité. Deux chapitres complémentaires résument des travaux récents de l'Ecole scandinave.

G. Bouligand.

L'Année psychologique, publiée par Henri Piéron, Professeur au Collège de France et à l'Institut de Psychologie de l'Université de Paris. Secrétaire de la Rédaction : Marcel François. Trente-deuxième année (1931). Deux volumes in-8 de XX-949 pages ensemble. Félix Alcan, éditeur, Paris, 1932. — Prix : 120 francs.

Parmi les mémoires originaux que contient le premier volume, signalons ceux de : H. Piéron sur la sensation chromatique et sa latence propre (abstraction faite autant que possible de la sensation de brillance); M. Foucault sur le travail mental sans mouvements (procédés pour isoler dans les mesures le travail cérébral du travail musculaire); A. Fessard sur les rythmes nerveux et les oscillations de relaxation; F.-L. Ruch sur l'appréciation du temps chez le rat blanc; J.-M. Lahy et S. Korngold sur la sélection des opératrices de machines comptables; E. Schreider sur quelques phénomènes d'ambivalence et de refoulement dans la psychologie du travail (intéressantes observations critiques sur l'application du freudisme à la psychotechnique).

Mentionnons aussi un appel du Prof. Spearman à la collaboration de tous les psychologues en vue de déterminer une méthode précise et objective pour l'étude des caractères individuels.

La Bibliographie occupe, comme d'habitude, la majeure partie des deux volumes : elle est, cette année, plus copieuse que jamais : 1.670 analyses, 141 périodiques dépouillés. On ne saurait trouver ailleurs un tableau plus complet et plus fidèle du mouvement psychologique mondial. Signe des temps : la rubrique de psychologie appliquée et celle de psychotechnique comportent, à elles seules, près de 400 numéros.

R. Troude.

Le principe de la hiérarchie dans la nature et ses rapports avec le problème du vitalisme et du mécanisme, par Ewald Oldekop. Cahiers de Philosophie de la nature, n° 6. In-8 de 99 pages. Librairie philosophique J. Vrin, Paris. — Prix : 10 francs.

Ce nouveau plaidoyer en faveur du vitalisme est présenté avec une grande habileté et une force incontestable. Il part de cette constatation qu'une totalité organique ne résulte pas de la somme de ses parties, qu'elle n'est pas directement subordonnée dans sa structure aux conditions extérieures, qu'elle est douée d'autonomie et d'autorégulation, donc que rien ne peut l'expliquer mécaniquement.

D'ailleurs le mécanisme n'est même plus capable, aujourd'hui, d'expliquer le monde anorganique, au moins à l'échelle atomique. En tout cas, il échoue complètement en Biologie, comme le montrent les expériences de régénération, les faits d'ontogénèse et les réactions globales en Thérapeutique. Dans tout organisme, il faut admettre une tendance à l'unité ou entéléchie centrale, et une tendance à la division ou à l'indépendance (entéléchies secondaires). Qu'on ne lui objecte pas les faits de dystéléologie : monstruosités, dysharmonie, etc.; l'auteur montre que son hypothèse seule en rend compte d'une manière satisfaisante. Que si elle nous ramène à Hippocrate et à Paracelse, il en prend son parti, conscient d'être d'accord, sur ce point, avec nombre de biologistes contemporains, qu'il énumère complaisamment.

Et c'est ce qui fait l'intérêt de cet ouvrage : il témoigne de la profondeur du mouvement antimécaniste chez les savants étrangers, et rien qu'à ce titre, il méritait d'être connu chez nous. R. Troude.

L'individualisation, l'évolution et le finalisme biologique, par Bohdan Rutkiewicz. Cahiers de philosophie de la nature, n° 7. In-8 de 127 pages. Librairie philosophique J. Vrin, Paris. — Prix : 10 francs.

Traduction revue et augmentée d'un travail polonais paru en 1932. L'auteur, docteur ès sciences de l'Université de Grenoble, professeur de psychologie à Lublin, est un partisan convaincu du vitalisme sous sa forme traditionnelle de l'hylémorphisme. Les deux premiers chapitres sont consacrés à un exposé des preuves en faveur des principes d'individualité et de finalité en biologie; M. Rutkieviecz s'appuie notamment sur les études qu'il a antérieurement publiées concernant les barbillons de *Ameiurus nebulosus* et les faisceaux libéroligneux de *Asarum europæum*. Il admet d'ailleurs le caractère très relatif de cette individualité et de cette finalité, et cette relativité ne lui paraît même explicable que dans l'hypothèse d'un principe vital. Dans le troisième chapitre est précisée la nature de ce principe, qui serait mi-organique, mi-psychique, comportant des éléments propres et des éléments supraindividuels, lesquels supposent une Création divine. Enfin cette conception est comparée à celles plus ou moins voisines de Driesch, de Pauly, de A. Wagner et de E.-J. Russell. Ouvrage à rapprocher de celui de M. Oldekop dont nous rendons compte précédemment.

R. T.

René Descartes. Regulae ad directionem ingenii (Règles pour la direction de l'esprit). Texte et traduction par Georges Le Roy, Professeur agrégé de philosophie. In-12 de XXI-222 pages. Boivin et Cie, éditeur, Paris. Prix : 20 francs.

Ce volume inaugure une nouvelle collection de textes philosophiques appelée à rendre les plus grands services en mettant à la portée de tous, sous un format commode et dans des éditions scrupuleusement exactes, des œuvres célèbres devenues presque introuvables : bref un équivalent pour les philosophes de ce qu'est la collection Guillaume Budé pour les lettrés. La présentation (papier, typographie) est excellente. Une courte introduction, très substantielle, situe les *Regulae* dans l'œuvre de Descartes. On sait qu'elles en forment l'indispensable préliminaire, le vrai *Discours de la méthode pour les initiés*. Le texte diffère sur quelques rares points de celui de l'édition Adam et Tannery, dont la pagination est d'ailleurs indiquée en marge. La traduction paraît irréprochable. Peut-être eût-il été bon d'ajouter aux notes philologiques les quelques références, indispensables pour l'intelligence du texte, aux autres œuvres de l'auteur.

R. Troude.

TABLES DES MATIÈRES

ANNÉE 1933

I. — TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS (Articles)

B

Baillaud (E.). — Le Riz, 3. — Le Café, 365.

Baize. — La croissance et les troubles de la croissance dans la première enfance, 161.

Barthélemy. — La technique de la Télévision, 705.

Basso. — La chauffe au charbon pulvérisé à bord des navires, 38. — Les risques d'incendie à bord des paquebots modernes, 329.

Belot. — Le mystère des tectites, Larmes bataviques tombées du ciel, 577.

Benon. — Les anomalies psychiques et nerveuses de l'adolescence, 464.

Boccardi. — Les sciences d'observation à travers les Ages, 225.

Bouligand. — L'idée de Causalité en Mathématiques et dans quelques théories physiques, 257. — Les schèmes géométriques d'incertitude, 737.

Bourgoin. — Deux conquêtes du Spectroscope, 65. — Les Etoiles temporaires ou « Novæ » et la vie terrestre, 641.

Boutteville. — L'Eclairage public a Paris des Origines à la fin du XIXe siècle, 609.

Brenier. — L'aménagement intégral du Rhône, Problème national, 449 et 495.

Buhl. — L'Ecole de Charles Hermite et la physique théorique, 545.

Beltingaire. — Le prix des périodiques allemands et sa répercussion sur le budget de nos bibliothèques, 301.

C

Carle et Gattefossé. — Réserves naturelles et Parcs chérifiens (Des diverses formations biologiques mondiales), 622.

Caullery. — Impressions de voyage d'un biologiste aux Etats-Unis, 513.

Creveaux — Les anciennes papeteries de la Thiérache, 742.

D

Deltheil. — Quelques caractères essentiels de l'Evolution des Sciences depuis un siècle, 129.

Doublet. — Deux projets d'Atlas de la France, 207. — Le procès de Galilée, 550. — Joseph Delisle, 714.

Drillon-Courtois. — Quelques Iles de France, 193.

Dubois. — Voir Nicolaï.

Dubrisay. — Le développement historique de la Chimie des métaux et de ses applications, 1.

Dumas. — La tristesse, 455.

F

Fleury. — Les mesures modernes, 97.

Franchet. — La coloration des Os dans le sol. Le Bouillage des cadavres au Moyen-Age, l'Incinération et ses phénomènes, 483 et 520.

G

Gattefossé. — Voir Carle.

Guillaumin. — La chaire de Culture du Muséum National d'Histoire Naturelle, 353.

H

Hinard. — L'Huître, l'Ostréiculture, la salubrité des exploitations ostréicoles, 170. — Le poisson de mer dans l'alimentation publique, 339.

J

Joleaud. — Les Indigènes des Villes marocaines, 102. — Les Rites de l'Eau aux Temps néolithiques dans le Nord-Ouest africain, 673.

Josseband. — Les divers types d'empoisonnements par les Champignons, 582.

Juvet. — La grandeur et la forme de l'Univers d'après la Théorie de la Relativité et l'Observation des Nébuleuses extragalactiques, 289.

Gallicane. — Le problème de l'écho dans les salles de concert, 658.

L

Laborde. — Etude objective et critique des transports automobiles, 12. — Sur quelques causes de la Crise actuelle, 235.

Liron. — Suspension à flexibilité variable, 691.

Lumière. — Qu'est-ce que la maladie ? 321.

M

Marcotte. — La lumière intensive et ses progrès, 138.

Matignon. — Priestley et son œuvre scientifique, 385.

Mathias. — La Loutre, 720.

Mayor. — Les constituants ultimes de la matière et de l'énergie d'après la théorie des quanta et la mécanique ondulatoire, 326.

N

Nicolaï et Dubois. — Les marques de Tacherons dans le sud-ouest de la France, 554.

Nicolas. — L'amélioration du blé dans le sud-ouest, 740.

Nodon. — Les foyers d'activité solaire et leur action terrestre, 134.

P

Pasteur. — Electrothérapie, 417.

Patte. — Terminologie et Chronologie préhistoriques (Néolithique, Campinien, Tardenoisien), 616.

Pesce. — Emploi de l'Huile lourde en Aviation, 561.

Poisson. — Notes sur les paralysies des volailles, 425.

R

Richard. — Le Service Météorologique en Afrique équatoriale française, 267. — Note sur la Climatologie de la région de Bangui, 680.

Roule. — Le biologiste océanographe Dr Johs Schmidt (1877-1933), sa carrière et son œuvre, 295.

Rosa. — Les Endemismes et l'Ologenèse. A propos d'une objection de M. Caullery, 686.

Roussilhe. — Les rapports entre la Géodésie et la Photogrammétrie, 648.

T

Tannery. — A propos d'une lettre de Torricelli, 33. — Une lettre inédite de Descartes à Huygens, 481.

Thiébaut. — La fabrication du tissu éponge, 69.

Toussaint. — La mesure des couleurs et ses applications industrielles, 396.

V

Vandel. — Le VIe Congrès international de génétique (Ithaca, N.-Y.), 24-31 avril 1932, 19.

Veil. — La chimie à deux dimensions, 230.

Viré. — Les Forêts Vierges du Quercy, il y a 3.000 ans, leur destruction par l'homme, 430.

Vouillemin. — Causabilité et Finalité, 203. — Déterminisme et Hasard, 587.

II. — TABLE ALPHABÉTIQUE DES MATIÈRES

(Notes et Actualités Académie des Sciences)

A

Académie des Sciences (Comptes rendus des séances), 28 ,54, 85, 121, 154, 183, 219, 250, 281, 311, 348, 377, 408, 444, 473, 507, 538, 569, 601, 635, 668, 697, 730, 754.
Afrique équatoriale française. Etude météorologique en avion, 723.
Agar-Agar au Japon, 473.
Aluminium (Alliages), 442.
Anneaux de Liesegang (Etude statistique et cinétique), 275.
Année polaire internationale 1932-1933, 212.
Atmosphère supérieure et respiration artificielle, 308.
Attraction universelle, 693.
Avion Couzinet 70 (L' —) et son voyage d'Istres à Buenos-Aires, 182.

B

Barrage sur le Drac au Sautet, 83.
Basso. — La chauffe au charbon pulvérisé à bord des navires, 38. — Les risques d'incendie à bord des paquebots, 329.

Génie maritime :
La *Normandie*, 25. — Navires à destination spéciale, 51. — La protection contre l'incendie, 80. — Chalands automoteurs, 81. — L'emploi des aciers spéciaux dans la construction navale, 116. — Recherche sur la corrosion des coques de navires, 150. — Navires français récents, l'*Aramis*, 181. — Le moteur Diesel dans la marine nationale de surface, 214. — Le *Champlain*, 247. — Pêche frigorifique, 278. — Le mouvement des constructions navales en 1932, 308. — La situation actuelle du moteur Diesel dans les marines marchandes, 345. — Les perfectionnements récents de la machine alternative marine, 374. — L'allégement du Diesel marin, 404. — L'évolution de la technique de la soudure à l'arc, 440. — La protection contre l'incendie, 470. — La situation du matériel de la pêche maritime en France, 536. — La crise de l'armement français, 567. — Les procédés récents de rĕparation et de réparation des navires, 596. — Les problèmes de la propulsion électrique, 633. — La protection contre l'incendie, 665. — La surchauffe et le rendement pratique des machines, 695. — L'utilisation des chaudières d'échappement à bord des pétroliers, 727. — La crise mondiale et le progrès technique, 750. — Quelques navires français récents : paquebots et cargos de tonnage récents, 751.
Bauxite et abrasifs, 152.
Béton (Dilatation, retrait et élasticité du —), 568.
Bolide (Sur le —) de Catalogne du 15 mai 1933, 533.
Brome (L'industrie du —) en France, 26.
Bromure d'aluminium anhydre (Emploi), 213.
Bruit. (Un matériau isolant contre le —), 52.

C

Cathédrale d'Anvers (Restauration de sa flèche), 120.
Cellule, micelles ou molécules. (Nature des particules essentielles), 593.
Chemins de fer (Notes rétrospectives sur les premiers —), 309.
Chemins de fer aériens. Particularités, 536.
Chimie (La —) des éléments, 535.
Colloïdes (La solubilité des —), 373.
Combustion cathodique des gaz, 276.
Concept d'association en biologie, 469.
Congrès (Le VI^e^ —) international de de génétique (Ithaca, N.-Y.), 19.
Congrès de Fez de l'Institut des Hautes-Etudes marocaines, 439.
Conservation des aliments à basse température, 472.
Constructeurs de cours d'eau souterrains (Traditions corporatives des —) et des maîtres de l'heure d'eau, 748.
Cours d'eau (Influences des forêts sur les —), 79.
Cristaux liquides, 663.

D

Dépôts électrolytiques, 746.
Désintégration artificielle de quelques éléments, 564.

E

Electron positif, 505.
Electrons (Actions des —) sur les explosifs, 725.
Elément 87 (Sur l'existence de l' —), 534.
Energie géothermique en Toscane, 346.
Energie (L' —) post-volcanique en France, 468.
Epuration à sec des charbons, 117.
Etalons de résistance, 179.
Etoiles (Le déplacement des — autour du Soleil éclipsé), 372.

F

Flore d'Alsace (Quelques travaux récents sur la —), 24.
Foudre (Les coups de —) direct sur les réseaux à haute tension, 533.

G

Génétique (Théorie de la dominance), 116.
Grandes cassures africaines (Origine), 150.
Grands réseaux électriques (Conférence internationale en 1933), 598.
Grossesse. (Le diagnostic biologique de la —), 535.

H

Hérédité (Les aspects cytologiques des phénomènes d' —), 505.
Heure par téléphone, 47.
Huiles lubrifiantes et le cancer, 115.

I

Ignifugeant (Le bromure d'ammonium comme —), 632.
Indochine (Organisation scientifique), 594.
Indochine minière, 249.
Irrigation dans la région du Macina, 151.

L

Locomotive à vapeur (Progrès), 249.
Lune et la prévision du temps, 48.

M

Marin Mersenne (Correspondance), 247.
Météores (Observation de —) avec la deuxième expédition antarctique de Byrd, 180.
Mines (Aérage), 279.
Mines de cuivre de l'Afrique australe, 472.
Mois Mathématique à l'Académie des Sciences, 23, 77, 148, 244, 305, 371, 467, 628.
Molécules (Structures des —), 594.
Moteurs à injection (Nouveaux progrès des —), 752.

N

Navigation aérienne (La —) et la sécurité, 666.
Nervosisme et irritabilité, 50.
Neutron (Le), 178.
Neutrons, protons et positrons, 694.
Normalisation des dimensions, 506.
Nuoc-Mam (Le), 407.

O

Optique (Travail et vérification dans l'industrie de l' —), 49.
Orgue électronique, 217.
Ozone, catalyseur d'oxydation, 115.

P

Permali (Le —), 344.
Persoption et tamis moléculaire, 149.
Pétrole : production, ressources, 406.
Photochimie (Quelques applications), 431.
Physique et météorologie, 78.
Pierres (Altération des —) par les intempéries, 728.

PLANTE (Adaptation d'une —) de la plaine au Jardin de l'Observatoire du Pic du Midi, 438.
PLANTES (Conceptions actuelles sur les maladies à ultra-virus des —), 276.
POLARITÉ dans le règne végétal, 747.
PÔLE SUD (Expéditions récentes), 246.
POIDS atomiques physiques, 344.
POPULATION MALGACHE (Origines), 80.
POSITION (La —) accroupie, posture physiologique, 726.
PROTUBÉRANCES (Observations directes), 343.

R

RACES (La question des —), 748.
RADIOACTIVITÉ du Samarium, 149.
RADIOMÉTALLOGRAPHIE au moyen des rayons gamma des corps radioactifs, 245.
RADIO-ONDES (Le trajet des —), 724.
RADIOTÉLÉPHONIE par ondes courtes, 307.
RAILS (Etuvage) 443.
RAYONNEMENT cosmique, 46.
RAYONS X (Activation de la matière par les —), 24.
RÉSISTANCES (Mesure des grandes —), 79.
RITES de la corporation des porteurs d'eau de Fès, 749.
ROULIS et tangage (Suppression), 277.

S

SCHISTES liasiques (Exploitation des —) de Creveney, 664.
SÉISMES (Prévisions par les actions électromagnétiques), 275.
SENSIBILISATION des plaques photographiques par les radiations ultra-violettes, 246.
SELS DE POTASSE en agriculture, 215.
SENSIBILISATEURS photographiques, 565.
SÉRICICULTURE en France en 1932, 408.
SÉRUMS THÉRAPEUTIQUES (Législation), 345.
SOFFIONI (Les chemins de fer italiens et les —), 696.
SOURCE (Une nouvelle —) radioactive dans l'Allier, 725.
SOLUTIONS solides et mélanges liquides, 403.
SOUDURE à l'hydrogène atomique, 666.
SPECTRES Raman et Chimie, 403.
STRATOSPHÈRE (La —), 631.
STRUCTURE des produits naturels, 179.
SUBMERSION et mort subite des baigneurs, 749.

T

TABACS (Exploitation en France en 1931), 83.
TEMPÉRATURE (Phénomènes de très basse —), 747.
TEMPS (Méthode pour déterminer le —), 114.
TERRES A DIATOMÉES, 375.
TOURBE en France, 597.
TRANSMUTATIONS artificielles (Récents progrès), 211.
TREMBLEMENTS de Terre (Peut-on prévoir les —), 373.
TUNGSTÈNE (Une mine de —) dans l'Allier, 634.

U

ULTRA-VIRUS des plantes. (Conceptions actuelles sur les maladies à —), 276.

V

VARIATIONS de la moyenne de la température et de la hauteur de pluie à Paris, 115.
VÉGÉTATION arborescente pour la conservation et la défense des montagnes, 565.
VENT (L'interprétation du —) dans l'antiquité, 663.

III. — TABLE ALPHABÉTIQUE (Chroniques bibliographiques)

A

ACHILLE-DELMAS. — Psychologie, pathologie du suicide, 415.
ALEXANIAN. — Traité pratique de prospection géophysique à l'usage des géologues et des ingénieurs chimistes, 191.
ANDRADE. — Le mécanisme de la Nature, 672.
ANNUAIRE ASTRONOMIQUE ET MÉTÉOROLOGIQUE Camille Flammarion pour 1927.
ANNUAIRE DU BUREAU DES LONGITUDES, pour 1933, 62.

B

BACHELARD. — Les Intuitions alomistiques (Essai de classification), 736.
BALDIT. — Orages, grêle et foudre dans la Haute-Loire, 448.
ET. BARRAL et PH. BARRAL. — Précis d'analyse biologique clinique, T. II et III, 704.
BATTEMAN. — Partial différencial Equation of Mathématical physics, 639.
BEAUVERIE. — Les Gymnospermes vivantes et fossiles, 415.
BÉCLÈRE, CHALIER, MAGROUX, DE NABIAS, DELHERM, LACASSAGNE, LECLERQ et LABORDE. — Huit conférences de cancérologie, 480.
BERCLÉ. — Pratique de la théorie de la T. S. F., 192.
BERL. — Nomogrammes à l'usage des chimistes, 480.
BERNHEIM. — Voir GUYOT.
BERTHE. — Science et philosophie chez Gœthe, 191.
BESICOVITCH. — Almost periodic functions, 735.
BESSIÈRE. — Calculs et artifices de relativité, 125.
BIBLIOGRAPHIE mensuelle de l'Astronomie, 256.
BLANC. — Problèmes et compléments de mécanique, 255.
BLANC. — Voir LEMOINE.
BLECHMANN. — Les feuillets du pédiatre, 672.
BLONDEL. — Les Courants alternatifs, 384.
BOCCARDI. — Tables Logarithmiques des factorielles jusqu'à 10.000, 672.
BOLL. — L'Idée générale de la mécanique ondulatoire et de ses premières applications, 62.
BOUASSE. — Tourbillons, forces acoustiques, circulations diverses, 256.
BOUTARIC. — Les grandes Inventions françaises, 319.
BRASSEUR. — Structures et propriétés optiques des carbonates, 671.
BRICOUT. — Microénergie, 605.
BRILLOUIN. — L'Atome de Bohr, 605.
BROGLIE (DE). — Sur une forme plus restrictive des relations d'incertitude, 95.

C

CADENAT. — Les voies de pénétration des membres. Membres supérieurs, 192.
CARATHÉODORY. — Conformal Representation, 640.
CHAZY. — Cours de Mécanique Rationnelle, 703.
CHEVALIER. — Ressources végétales du Sahara et de ses confins Nord et Sud, 96.
CHEVALIER (J.). — L'Idée et le Réel, 288.
CLERC. — Huitième Congrès international de photographie, Dresde 1931, 384.
COUDERC. — Dans le Champ solaire, 159.
COURTOIS-SUFFIT. — Lutte contre les intoxications dans la fabrication des poudres et explosifs, 607.
COUSTET. — Traité général de photographie en noir, et en couleurs, 224.
CURIE et JOLIOT. — L'Existence du Neutron, 448.

D

DARTIGUES. — Le faisceau scriptural. III Le livre d'Airain, 160.
DONNÉES numériques d'Electricité. Magnétisme. Electrochimie. Extrait des volumes VIII (1927-1928) et IX (1929), 319.
DONNÉES numériques de Spectroscopie. Extrait des volumes VIII (1927-1928) et IX (1929), 319.
DUBOURDIEU. — Mathématiques financières, 638.
DUCAS. — Réflexions sur la méthode scientifique, 288.
DUNOYER. — Les émissions électroniques des couches minces, 735.

E

ESCLANGEON. — Dix leçons d'Astronomie, 414.

Eddington. — The expanding Universes, 670.
Einstein. — Les fondements de la Relativité. La théorie unitaire de la gravitation et de l'électricité, 639.
Engler et Prantl. — Die naturlichen Pflanzenfamilien, 606.
Enselme. — Voir Florence.

F

Fascicules de la collection : Actualités scientifiques et industrielles, 671.
Fleury. — Couleurs (étude physique) et colorimétrie, 127.
Florence et Enselme. — Les problèmes de la biochimie moderne, 608.
Foch. — Introduction à la mécanique des fluides, 128.
Franchon. — Voir Weissenbach.

G

Gabeaud. — Lectures mathématiques. La géométrie plane, 160.
Galbrun. — Théorie mathématique de l'assurance-invalidité et de l'assurance-nuptialité, 604.
Gaussen. — Géographie des plantes, 416.
George. — Pierre Termier, 736.
Godeaux. — Leçons de Géométrie projective, 255.
Guilliermond, Mangenot et Plan. — Traité de Cytologie végétale, 127.
Guyot et Bernheim. — Traité d'analyse par les rayons ultra-violets filtrés, 605.
Guyot. — Voir Lemoine.

H

Haïssinsky. — L'Atomistique moderne et la chimie, 480.
Hatscheck. — La viscosité des liquides, 544.
Heim. — Le genre Inocybe, 606.
Heisenberg. — Les principes physiques de la théorie des quanta, 639.
Helbronner. — Description géométrique détaillée des Alpes françaises, 125.
Hémardinquer. — Les effets électriques de la lumière, 95.
Henri. — Physique moléculaire. Matière et Energie, 735.
Henry. — Le calcul aux différences finies et ses applications, 64.
Hill. — Chemical Wave Transmission in Nerve, 414.
Houard. — Les Zoo-cécidies des plantes de l'Amérique du Sud et de l'Amérique Centrale, 448.
Humbert. — Exercices numériques d'astronomie, 640.

J

Jeans, Lemaître, de Sitter, Eddington, Milne, Millikan. — Discussion sur l'évolution de l'Univers, 479.
Joliot. — Voir Curie.
Joyet-Lavergne. — La théorie physicochimie de la sexualité, 32.
Julia. — Exercices d'analyses, 255. — Essai sur le développement de la théorie des fonctions de variables complexes, 604. — Exercices d'analyses, 639.

K

Karlik. — Tables of Cubic Crystal Structure, 319.

L

Labat. — La propagation des ondes électromagnétiques, 126.
Lacroix. — Figures de Savants, 63.
Lamb. — Hydrodynamics, 703.
Langevin. — La Relativité, 672.
Langlois-Berthelot. — Les machines à courants continus. Caractéristiques, contrôle, applications, 704.
Lassablière. — Aliments, régimes, indications et contre-indications, 415.
Laurent. — Catalogue des plantes vasculaires de la champagne crayeuse, 320.
Lavanchy. — Etude et construction des lignes électriques aériennes, 96.
Lavenant. — Hygiène de l'Urinaire, 320.
Lecat. — L'Azéotropisme. La tension de vapeur des mélanges de liquides, 512.
Lemoine et Blanc. — Traité de physique générale et expérimentale, 640.
Leprince-Ringuet. — Les transmutations artificielles, 383.
Le Roy. — René Descartes, 758.
Levi-Civita. — Caractéristiques des systèmes différentiels et propagation des ondes, 94.
Longinescu. — Essai sur la Chimie comparée, 703.

M

Maistre. — Photographie stéréoscopique, 319.
Malachowski. — Voulez-vous vivre vingt ans de plus ? 416.
Mandelbrojt. — Voir Hadamard.
Mangin-Balthazard. — Introduction à l'étude de la chiroscopie médicale, 735.
Maretti. — La lumière dans la projection cinématographique, 414.
Marie Victorin. — Les Spadiciflores de Québec, 416.
May. — La transplantation animale, 319.
Meller. — A Comprenhensive Treatise on Inorganic and theoretical chemistry, 736.
Montel. — Leçons sur les fonctions entières ou méromorphes, 32. — Leçons sur les fonctions univalentes ou multivalentes, 640.
Montessus de Ballore. — La méthode de corrélation, 638.
Muriel Wheldale Onslow. — The principles of plant biochemistry, 288.

N

Nicolle. — Introduction à la carrière de la médecine expérimentale, 607.

O

Offner et Pons. — Les plantes médicinales et aromatiques des Alpes françaises, 607.
Oldekop. — Le principe de la hiérarchie dans la nature, 758.
Ollivier. — Cours de physique générale (tome III), 95.

P

Pascal. — Traité de Chimie minérale, 224.
Perieteanu. — La méthode scientifique, 736.
Perrin. — La recherche scientifique, 671.
Piéron. — L'année psychologique (1931), 758.
Pons. — Voir Offner.
Prantl. — Voir Engler.
Proca. — Revue d'Acoustique, 287.
Prost. — Rééducation psychothérapique, 544.

R

Reynaud-Bonin. — Etude de téléphonie et télégraphie. La recherche des qualités acoustiques en téléphonie. Le problème de la télégrtaphie rapide, 605.
Ribaud. — Traité de Pyrométrie optique, 126.
Risser. — Applications de la statistique à la démographie et à la biologie, 670.
Risser et Traynard. — Les principes de la statistique mathématique, 757.
Robert. — Astronomie élémentaire, 190.
Robin. — Etude mécanique du vol de l'avion, à l'usage des techniciens, 160.
Rouch. — Les méthodes de prévision du temps, 95. — Le Maroc maritime, 224.
Rutkiewicz. — L'individualisation, l'évolution et le finalisme biologique, 758.

S

Schwab. — Hygiène et diétectique du diabétique, 288.
Seward. — Plant life through to ages, Geological and Botanical, 192.
Silbert. — Transafrique, 63.
Stone. — Linear Transformations in Hilbert Space and their. Applications to Analysis, 255.

T

Tables annuelles des Constantes ou des Données numériques de Chimie, de Biologie et de Technologie, volume VIII (1927-1928), 190.
Tissot. — Manuel de télégraphie sans fil et téléphonie sans fil, 191.

V

VEBLEN et WHITEHEAD. — The foundations of differential geometry, 608.
VILLEY. — Introduction à l'étude de la résistance des matériaux, 126.
VUILLEMIN. — Les Champignons parasites et les mycoses de l'Homme, 32.

W

WAVRE. — Figures planétaires et Géodésie, 160.
WEISSENBACH et FRANCHON. — Hygiène des goutteux et des rhumatisants, 415.
WHITEHEAD. — Voir VEBLEN.
WOOD. — A introduction to the litterature of Vertebrate zoology, 352.

IV. — TABLE CHRONOLOGIQUE DES SOMMAIRES

14 Janvier 1933

Le développement historique de la Chimie des Métaux et de ses Applications, par RENÉ DUBRISAY, Professeur au Conservatoire des Arts et Métiers..... 1

Le Riz, par EMILE BAILLAUD, Secrétaire Général de l'Institut colonial de Marseille..... 3

Étude Objective et Critique des Transports automobiles, par FERNAND LABORDE, Ingénieur E. C. P., Vice-Président de la Chambre des Intérêts miniers de la Tunisie 12

VARIÉTÉS: Le VI^e Congrès International de Génétique [Ithaca (N.-Y.), 24-31 août 1932], par M. A. VANDEL, Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse. 19

NOTES ET ACTUALITÉS. — Mathématiques: Le Mois mathématique à l'Académie des Sciences (Septembre 1932). — **Physique**: Activation de la Matière par les rayons X. — **Botanique**: Quelques Tableaux récents sur la flore d'Alsace... 23

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime: La « Normandie ». — **Industrie chimique**: L'Industrie du brome en France..... 25

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séance du 14 Novembre 1932..... 28

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 30

BIBLIOGRAPHIE..... 32

28 Janvier 1933

A propos d'une Lettre de Torricelli, par Mme PAUL TANNERY... 33

La Chauffe au Charbon pulvérisé à bord des Navires, par LOUIS BASSO, Ingénieur civil des Constructions navales..... 38

NOTES ET ACTUALITÉS. — Physique du Globe: Connaissanees actuelles sur le Rayonnement cosmique. — **Chronométrie**: L'Heure par Téléphone. — **Météorologie**: La Lune et la Prévision du Temps. — **Optique**: Les Méthodes de Travail et de Vérification dans l'Industrie de l'Optique. — **Psychiatrie**: Nervosisme et Irritabilité..... ... 46

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime: Navires à Destination spéciale. — **Urbanisme**: Un Matériau isolant contre le Bruit..... 51

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 21, 28 Novembre et 5 Décembre 1932..... 54

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 60

BIBLIOGRAPHIE..... 62

11 Février 1933

Deux Conquêtes du Spectroscope, par l'INGÉNIEUR GÉNÉRAL BOURGOIN... 65

La Fabrication du Tissu Eponge, par RAYMOND THIÉBAUT, Ingénieur textile..... 69

NOTES ET ACTUALITÉS. — Mathématiques: Le Mois mathématique à l'Académie des Sciences (Octobre 1932). — **Physique du Globe**: Physique et Météorologie. — **Electricité**: Sur la Mesure des grandes Résistances. — **Hydrologie**: L'influence des Forêts sur les Cours d'Eau. — **Ethnologie**: Les Origines de la Population malgache..... 77

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime: La Protection éontre l'Incendie : Matériaux et Cloisonnements. — Chalands automoteurs. — **Génie civil**: Barrage sur le Drac au Sautet. — **Statistique**: L'Exploitation industrielle des Tabacs en France en 1931.. 80

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 19 et 27 Décembre 1932... 85

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 92

BIBLIOGRAPHIE 94

25 Février 1933

Les Mesures dans la Technique moderne, par P. FLEURY, Professeur à la Faculté des Sciences de Lille, Chargé du Cours de Météorologie au Conservatoire des Arts et Métiers..... 97

Les Indigènes des Villes marocaines, par L. JOLEAUD, Professeur à la Sorbonne..... 102

NOTES ET ACTUALITÉS. — Astronomie: Une nouvelle Méthode approximative pour déterminer le Temps. — **Météorologie**: Variations de la Moyenne de la Température et de la Hauteur de Pluie à Paris. — **Chimie physique**: L'Ozone. Catalyseur d'Oxydation. — **Médecine**: Les Huiles lubrifiantes et le Cancer. — **Botanique**: La Théorie de la Dominance en Génétique..... 114

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime: L'Emploi des Aciers spéciaux dans la Construction navale. — **Mines**: L'Epuration à sec des Charbons. — **Construction**: La Restauration de la Flèche de l'Eglise Notre-Dame d'Anvers..... 116

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 5 et 9 Janvier 1933..... 121

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire..., 124

BIBLIOGRAPHIE 125

11 Mars 1933

Quelques Caractères essentiels de l'Evolution des Sciences depuis un siècle, par A. Deltheil, Doyen de la Faculté des Sciences de Toulouse 129

Les Foyers d'Activité solaire et leur Action terrestre, par A. Nodon.. 134

La Lumière intensive et ses Progrès, par Edmond Marcotte 138

NOTES ET ACTUALITÉS. — Mathématiques: Le Mois mathématique à l'Académie des Sciences. — Radioactivité: La Radioactivité du Samarium. — Chimie Physique: Persorption et tamis moléculaire. — Géologie: L'Origine des grandes Cassures africaines. 148

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime: Recherches sur la Corrosion des Coques de Navires. — Génie civil: Les Travaux d'Irrigation dans la Région du Macine. — Mines: La Bauxite et les Abrasifs.... 150

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séance du 16 Janvier 1933..... 154

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 156

BIBLIOGRAPHIE.. 159

25 Mars 1933

La Croissance et les Troubles de la Croissance dans la première enfance, par le Dr P. Baize, Ancien interne des Hôpitaux de Paris, Chef de Clinique infantile à la Faculté de Médecine de Paris..... 161

L'Huître, l'Ostréiculture, la Salubrité des Exploitations Ostréicoles, par Gustave Hinard, Inspecteur général du Contrôle sanitaire ostréicole de l'Office des Pêches maritimes..... . 170

NOTES ET ACTUALITÉS. — Physique: Un nouveau type de corpuscule: le Neutron. — Electricité: Les Etalons de résistance. — Spectrographie: La Structure des Produits naturels. — Météorologie: Observations de Météores en liaison avec la deuxième expédition Antarctique de Byrd..... 178

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime: Navires français récents: « l'Aramis ». — Aviation: L'Avion Couzinet 70 et son voyage d'Istres à Buenos-Aires. 181

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 23-30 Janvier et 6 Février 1933..... 183

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 189

BIBLIOGRAPHIE..... 190

8 Avril 1933

Quelques Iles de France, par Mme Andrée Drilhon-Courtois, Docteur ès Sciences.. 193

Causalité et Finalité, par le Général Vouillemin. .. 203

VARIÉTÉS: Deux Projets d'Atlas de la France, par E. Doublet... 207

NOTES ET ACTUALITÉS. — Physique: Récents Progrès dans le Domaine des Transmutations artificielles. — Physique du Globe: L'Année polaire Internationale 1932-1933. — Chimie appliquée: L'Emploi du Bromure d'aluminium anhydre,. ... 211

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime: Le Moteur Diesel dans la Marine nationale de surface. — Chimie agricole: Les Sels de potasse en Agriculture. — Variétés: L'Orgue électronique 214

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 13-20 Février 1933. 219

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 223

BIBLIOGRAPHIE..... 224

22 Avril 1933

Les Sciences d'Observation à travers les Ages, par Jean Boccardi, Correspondant du Bureau des Longitudes..... 225

La Chimie à deux Dimensions, par Suzanne Weil, Docteur ès Sciences, Chef de Travaux à l'Ecole des Hautes Etudes..... 230

Sur quelques Causes de la Crise actuelle, par Fernand Laborde, Ingénieur E. C. P., Vice-Président de la Chambre des Intérêts Miniers de la Tunisie..... 235

NOTES ET ACTUALITÉS. — Mathématiques: Le Mois mathématique à l'Académie des Sciences (Décembre 1932). — Radiométallographie: Radiométallographie au moyen des Rayons gamma des Corps radioactifs. — Photographie: Sensibilisation des Plaques photographiques pour les Radiations ultraviolettes. — Géographie: Expéditions récentes vers le Pôle Sud. — Histoire des Sciences: Correspondance du P. Marin Mersenne..... ... 244

SCIENCES APPLIQUÉES. — Génie maritime: Le « Champlain ». — Mécanique appliquée: Quelques Progrès de la Locomotive à vapeur. — Mines: L'Indochine minière 247

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 27 février et 6 mars 1933 250

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 254

BIBLIOGRAPHIE 255

13 Mai 1933

L'Idée de Causalité en Mathématiques et dans quelques Théories physiques, par G. Bouligand, Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers..... 257

Le Service météorologique en Afrique Equatoriale Française, par M. Richard, Ingénieur météorologiste..... 267

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Physique du Globe**: La Prévision des séismes par les Actions électromagnétiques. — **Physique**: Etude statique et cinétique des Anneaux de Liesegang. — **Electro-chimie**: La Combustion cathodique des Gaz. — **Physiologie végétale**: Les Conceptions actuelles sur les maladies à ultra-virus des plantes. — **Navigation**: Suppression du Roulis et du Tangage..... 275

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime**: La Pêche frigorifique. — **Mines**: L'Aérage des Mines.. 278

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 13 et 29 Mars 1933..... 281

NOUVELLES. — **Vie scientifique et universitaire**.... 285

BIBLIOGRAPHIE..... 287

27 Mai 1933

La Grandeur et la Forme de l'Univers d'après la Théorie de la Relativité et l'Observation des Nébuleuses extragalactiques, par G. Juvet, Professeur à l'Université de Lausanne..... 289

Le Biologiste océanographe Dr John Schmidt (1877-1933), sa Carrière et son Œuvre, par le Dr Louis Roule, Professeur au Muséum National d'Histoire Naturelle..... 295

Le Prix des Périodiques allemands et sa Répercussion sur le Budget de nos Bibliothèques, par L. Bultingaire, Bibliothécaire en Chef du Muséum National d'Histoire Naturelle..... 301

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Mathématiques**: Le Mois Mathématique à l'Académie des Scienees (Janvier 1933). — **T. S. F.**: La Radiotéléphonie par Ondes courtes. — **Physique du Globe**: Atmosphère supérieure et Respiration artificielle..... 303

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime**: Le Mouvement des Constructions navales en 1932. — **Chemins de fer**: Notes rétrospectives sur les premiers Chemins de fer..... 308

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 27 Mars, 3 et 10 Avril 1933..... 311

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 318

BIBLIOGRAPHIE..... 319

10 Juin 1933

Qu'est-ce que la Maladie, par Auguste Lumière, Correspondant de l'Institut et de l'Académie de Médecine..... 321

Les Constituants ultimes de la Matière et de l'Energie d'après la Théorie des Quanta et la Mécanique ondulatoire, par Yoland Mayor..... 326

Les Risques d'Incendie à Bord des Paquebots modernes, par Louis Basso, Ingénieur civil des Constructions navales..... 329

Le Poisson de Mer dans l'Alimentation publique, par G. Hinard, Inspecteur général à l'Office des Pêches maritimes..... 339

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Astronomie**: Observation directe des Protubérances. — **Electricité**: Le Permali. — **Chimie physique**: Les Poids Atomiques physiques. — **Hygiène**: La Législation sur les Sérums thérapeutiques..... 343

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime**: La Situation actuelle du Moteur Diesel dans les Marines marchandes. — **Génie civil**: L'Energie géothermique en Toscane..... 346

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 18 et 24 Avril 1933..... 347

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 351

BIBLIOGRAPHIE..... 352

24 Juin 1933

La Chaire de Culture du Muséum National d'Histoire naturelle, par A. Guillaumin, Professeur au Muséum..... 353

Science et Colonisation, par R. Troude..... 361

Le Café, par Emile Baillaud, Secrétaire général de l'Institut Colonial de Marseille..... 365

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Mathématiques**: Le Mois mathématique à l'Académie des Sciences (Février 1933). — **Astronomie**: Le Déplacement apparent des Etoiles autour du Soleil éclipsé. — **Physique du globe**: Peut-on prévoir les Tremblements de Terre. — **Chimie physique**: La Solubilité des Colloïdes.... 371

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime**: Les Perfectionnements récents de la Machine alternative Marine — **Mines**: Les Terres à Diatomées..... 374

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 1er et 8 Mai 1933..... 377

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 382

BIBLIOGRAPHIE..... 383

8 Juillet 1933

Priestley et son Œuvre scientifique, par C. MATIGNON, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France 385

La Mesure des Couleurs et ses Applications industrielles, par RENÉ TOUSSAINT..... 396

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Physique**: Spectres Raman et Chimie. — **Chimie physique**: Solutions solides et mélanges liquides... 403

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime**: L'Allègement du Diesel marin. — **Géologie**: Le Pétrole. Production. Ressources. — **Alimentation**: Le Nuoc-mam. — **Statistique**: La Sériciculture en France en 1932..... 404

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 15 et 22 Mai 1933 408

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 413

BIBLIOGRAPHIE..... 414

22 Juillet 1933

Électrothérapie, par le MÉDECIN COLONEL F. PASTEUR.. 417

Note sur les Paralysies des Volailles, par H. POISSON, Directeur du Laboratoire Central du Service Vétérinaire de Madagascar..... 425

Les Forêts-Vierges du Quercy, il y a 3.000 ans, leur Destruction par l'Homme jusqu'au XIX^e^ siècle, par ARMAND VIRÉ.. 430

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Photochimie**: Quelques Applications de la Photochimie. — **Botanique**: Sur l'Adaptation d'une Plante de la Plaine, au Jardin de l'Observatoire du Pic du Midi. — **Variétés**: Le Congrès de Fès de l'Institut des Hautes Etudes marocaines. 437

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime** : L'Evolution de la Technique de la Soudure à l'Arc. — **Métallurgie**: Les Alliages de l'Aluminium. — **Chemin de fer**: Etuvage des Rails..... 440

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 29 Mai et 6 Juin 1933 444

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 447

BIBLIOGRAPHIE..... 448

12 Août 1933

L'Aménagement intégral du Rhône, Problème national, par HENRI BRENIER, Directeur général des Services de la Chambre de Commerce de Marseille.. . 449

La Tristesse, par GEORGES DUMAS, Professeur à la Sorbonne, Membre de l'Académie de Médecine 455

Les Anomalies psychiques et nerveuses de l'Adolescence, par R. BENON, Médecin du Quartier des Maladies mentales de l'Hospice général de Nantes..... 464

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Mathématiques**: Le Mois Mathématique à l'Académie des Sciences (Mars 1933). — **Géologie**: L'Energie post-volcanique en France. — **Biologie**: Le Concept d'Association en Biologie 467

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime**: La Protection contre l'Incendie : la Signalisation. — **Mines**: Les Mines de Cuivre de l'Afrique Australe. — **Alimentation**: La Conservation des Aliments à basse température. — **Industrie** : L'Agar-Agar au Japon... 470

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 12 et 19 Juin 1933..... 473

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 478

BIBLIOGRAPHIE 479

26 Août 1933

Une Lettre inédite de Descartes à Huygens, par M^me^ PAUL TANNERY 481

La Coloration des Os dans le Sol. Le Bouillage des Cadavres au Moyen-Age. L'Incinération et ses Phénomènes, par L. FRANCHET..... 483

L'Aménagement intégral du Rhône, Problème national, par HENRI BRENIER, Directeur général des Services de la Chambre de Commerce de Marseille (*fin*). 495

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Physique**: L'Electron positif. — **Cytologie**: Les Aspects cytologiques des Phénomènes d'Hérédité, d'après le Traité de Cytologie végétale de MM. Guillermond, Mangenot et Plantefol 505

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Métrologie**: La Normalisation des Dimensions..... 506

ACADÉMIE DES SCIECES. — Séances des 26 Juin et 3 Juitlet 1933..... 507

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 512

BIBLIOGRAPHIE..... 512

9 Septembre 1933

Impressions de Voyage d'un Biologiste aux Etats-Unis, par MAURICE CAULLERY, Membre de l'Institut, Professeur à la Sorbonne.... 513

La Coloration des Os dans le Sol. Le Bouillage des Cadavres au Moyen-Age. L'Incinération et ses Phénomènes, par L. FRANCHET (*fin*).. 520

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Astronomie:** Sur le Bolide de Catalogne du 15 mai 1933. — **Electricité atmosphérique:** Les Coups de Foudre directs sur les Réseaux à haute tension. - **Chimie:** Sur l'Existence de l'Elément 87. — **Biochimie:** La Chimie des Aliments. — **Médecine:** Le Diagnostic biologique de la Grossesse..... 533

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie civil:** Chemins de fer aériens. Particularités — **Génie maritime:** La Situation du Matériel de la Pêche Maritime en France. 536

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 10 et 17 Juillet 1933 538

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 544

BIBLIOGRAPHIE 544

23 Septembre 1933

L'Ecole de Charles Hermite et la Physique Théorique, par A. BUHL, Professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse..... 545

Le Procès de Galilée, par E DOUBLET..... 550

Les Marques de Tâcherons dans le Sud-Ouest de la France, par ALEXANDRE NICOLAÏ et J. DUBOIS..... 554

Emploi de l'Huile lourde en Aviation, par GASTON PESCE, Ingénieur des Arts et Manufactures.... 561

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Physique:** Désintégration artificielle de quelques éléments. — **Photographie:** Les Sensibilisateurs photographiques. — **Botanique:** Sur la Végétation arborescente pour la Conservation et la Défense de nos Montagnes.. 564

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime:** La Crise de l'Armement français. — **Construction:** Dilatation. Retrait et Elasticité du Béton..... 567

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 24, 31 Juillet et 7 Août 1933... 569

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 575

14 Octobre 1933

Le Mystère des Tectites, Larmes bataviques tombées du Ciel, par E. BELOT, Directeur honoraire des Manufactures de l'Etat..... 577

Les divers types d'Empoisonnements par les Champignons, par MARCEL JOSSERAND.. 582

Déterminisme et Hasard, par le GÉNÉRAL VOUILLEMIN. 587

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Physique:** La Nature des particules essentielles de la Cellule, Micelles ou Molécules. — **Physique:** La Structure des Molécules. — **Enseignement:** L'Organisation scientifique de l'Indochine..... .. 593

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime:** Les Procédés récents de Réparation et de Transformation des Navires. — **Mines:** La Tourbe en France. — **Electricité:** La Conférence internationale des grands Réseaux électriques en 1933 595

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 16, 21 et 28 Août 1933. 601

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 604

BIBIOGRAPHIE..... . 604

28 Octobre 1933

L'Eclairage public à Paris des Origines à la Fin du XIX^e^ siècle, par M. BOUTTEVILLE, Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées, Inspecteur général des Services techniques de la Voie publique, de l'Eclairage et du Nettoiement de la Ville de Paris... 609

Terminologie et Chronologie préhistoriques (Néolithique, Campinien, Tardenoisien), par M. ETIENNE PATTE, Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers..... 616

Réserves naturelles et Parcs cherifiens (Des diverses Formations biologiques mondiales), par GEORGES CARLS et JEAN GATTEFOSSÉ. 622

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Mathématiques:** Le Mois mathématique à l Académie des Sciences (avril-mai 1933). — **Physique du globe:** La Stratosphère. — **Chimie:** Le Bromure d'Ammonium comme Ignifugeant 628

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime:** Les Problèmes de la Propulsion électrique. — **Mines:** Une Mine de Tungstène dans l'Allier 633

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 4 et 11 Septembre 1933..... ... 634

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire. .. 635

BIBLIOGRAPHIE..... 638

11 Novembre 1933

Les Etoiles temporaires ou « Novæ » et la Vie Terrestre, par l'Ingénieur Général Bourgoin..... 641

Les Rapports entre la Géodésie et la Photogrammétrie, par H. Roussilhe, Ingénieur hydrographe ên Chef, Chef du Service de la Photographie aérienne au Ministère de l'Air..... 648

VARIÉTÉS. — Le Problème de l'Echo dans les Salles de Concerts 658

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Chimie physique:** Les Cristaux liquides. — **Météorologie:** L'Interprétation du Vent dans l'Antiquité. — **Mines:** L'Exploitation des Schistes liasiques de Créveney (Haute-Saône).. 663

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime:** La Protection contre l'Incendie: Arcs et Circuits de perte. **Métallurgie:** La Soudure à l'Hydrogène atomique. — **Aviation:** La Navigation aérienne et la Sécurité 665

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 18 et 25 Septembre 1933 668

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire.... 669

BIBLIOGRAPHIE..... 670

25 Novembre 1933

Les Rites de l'Eau aux Temps néolithiques dans le Nord-Ouest africain, par L. Joleaud, Professeur à la Sorbonne..... 673

Note sur la Climatologie de la Région de Bangui, par René Richard, Ingénieur météorologiste..... 680

Les Endémismes et l'Ologénèse: A propos d'une Objection de M. Caullery, par Daniel Rosa. 686

VARIÉTÉS. — Suspension à Flexibilité variable, par Ch. Liron 691

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Astronomie:** Sur le Problème de l'Attraction universelle. — **Physique:** Neutrons, Protons et Positrons... 693

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime:** La Surchauffe et le Rendement pratique des Machines. — **Géologie appliquée:** Les Chemins de fer italiens et les « Soffioni »..... 695

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 2 et 9 Octobre 1933..... 697

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire... 702

BIBLIOGRAPHIE 703

9 Décembre 1933

La Technique de la Télévision, par R. Barthélemy, Ingénieur E. S E..... 705

Joseph Delisle, par E. Doublet. Astronome honoraire de l'Observatoire de Bordeaux..... 714

La Loutre, par P. Mathias, Maître de Conférences à la Faculté des Sciences de Montpellier..... 720

VARIÉTÉS. — **Afrique équatoriale française:** Etudes météorologiques en Avion. — Mesure en Avion de la Radiation solaire..... 723

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Physique:** Le Trajet des radio-ondes. — **Chimie physique:** Action des Electrons sur les Explosifs. — **Radioactivité:** Une nouvelle Source radioactive dans l'Allier. — **Physiologie:** La Position accroupie. Posture physiologique..... 724

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime:** L'utilisation des Chaudières d'échappement à bord des Pétroliers. — **Construction:** Altération des Pierres par les Intempéries..... 727

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 16 et 23 Octobre 1933..... 730

NOUVELLES. — Vie scientifique et universitaire. .. 733

BIBLIOGRAPHIE..... 735

23 Décembre 1933

Les Schèmes géométriques d'Incertitude, par G. Bouligand, Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers..... 737

L'Amélioration du Blé dans le Sud-Ouest de la France, par G. Nicolas, Professeur à la Faculté des Sciences, Directeur de l'Institut agricole de l'Université de Toulouse. 740

Les anciennes Papeteries de la Thiérache, par Eugène Creveaux, Vice-Président des Rosati de la Thiérache. 742

NOTES ET ACTUALITÉS. — **Electrolyse :** Les Dépôts électrolytiques. — **Chimie physique :** Phénomènes de basse Température. — **Biologie :** La Polarité dans le Règne végétal. — **Médecine :** Submersion et Mort subite des Baigneurs. — **Ethnologie :** La Question des « Races ». — **Ethnographie :** Traditions corporatives des Constructeurs de Cours d'eau souterrains (rhettaris) et des Maîtres de l'Heure d'eau (Moul et Keits) de Marrakech... .. 746

SCIENCES APPLIQUÉES. — **Génie maritime :** La Crise mondiale et le Progrès technique; Quelques Navires français récents : Paquebots et Cargos de Tonnage moyen. — **Mécanique :** Les nouveaux Progrès des Moteurs à injection..... 750

ACADÉMIE DES SCIENCES. — Séances des 30 Octobre 6 novembre 1933..... 754

NOUVELLES. — Vie Scientifique et Universitaire... 756

BIBLIOGRAPHIE..... 758

TABLE DES MATIÈRES 759

V. — ABRÉVIATIONS

A. B. — A. Berthelot.
A. Bc. — A. Boutaric.
A. R. — A. Ranc.
D. de G. — D. de Grenédan.
Ch. F. — Ch. Fevrot.
Ed. M. — Ed. Marcotte.
G. B. — G. Bouligand.
J. B. — J. Baillaud.
L. F., L. Ft. — L. Franchet.
L. J. — L. Joleaud.
L. R. — L. Rigotard.
R. B. — R. Baillaud.
R. T. — R. Troude.
S. R. — Secrétariat de la rédaction.
S. V. — S. Veil.
V. C. — V. Charrin.